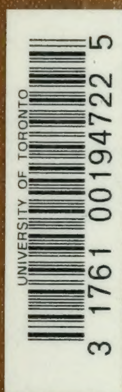
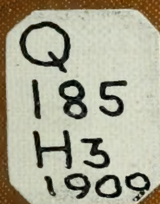
E. Hausbrand
Hilfsbuch für den Apparatebau





Zweite Auflage

Hilfsbuch

für den

Apparatebau.

Hilfsbuch

für den

Apparatebau.

Von

E. Hausbrand.

Zweite, verbesserte Auflage.

Mit 43 Tabellen und 157 Textfiguren.



Berlin.

Verlag von Julius Springer.

1909.



Vorwort zur ersten Auflage.

Die nachstehende Zusammenstellung verdankt ihr Entstehen dem Wunsch, die bei der Konstruktion und Kalkulation von Apparaten, besonders aus Kupfer, erforderlichen Angaben über Wandstärken, Gewichte und Preise schnell bei der Hand zu haben.

Sie ist alphabetisch geordnet und besteht demnach zunächst aus Tabellen über Inhalte, Wandstärken, Gewichte und Preise von Gefäßen und Rohren bei verschiedener Beanspruchung, ferner aus einer Darstellung der üblichen Arten der Blech- und Rohrverbindungen durch Schrauben, Nieten und Löten und aus einigen Angaben, die bei der Herstellung von Apparaten oft von Nutzen sind.

Die Wandstärken in den Tabellen sind mit Hilfe der nebst ihrer Herkunft angegebenen Formeln berechnet, aber, wo es nötig schien, namentlich bei den kleineren, kupfernen Körpern für geringe Drucke, der Erfahrung entsprechend etwas vergrößert, da die zur Verfügung stehenden Festigkeitsformeln öfter mehr mit Rücksicht auf Eisen, denn auf Kupfer, als Konstruktionsmaterial aufgestellt worden sind. Bisweilen wird die eigene Erfahrung derer, welche die Tabellen benutzen, wohl hier oder da kleine Änderungen vorzunehmen veranlassen, indessen glauben wir, daß sich die angegebenen Stärken als passend und zuverlässig erweisen werden.

Die verschiedenen Arten der Verbindungen, Abzweigungen und Durchdringungen kupferner Gefäße und Rohre sind unseres Wissens in den nachfolgenden Blättern zum erstenmal mit annähernder Vollständigkeit dargestellt und, wo es angängig schien, kurz kritisiert.

Berechnete Gewichte werden aus bekannten Gründen mit der Ausführung selten genau stimmen, weil nach der Herstellung sowohl die Wandstärken der gewalzten Bleche und gezogenen Rohre, als auch die Formen und Abmessungen der Körper fast nie den beabsichtigten oder mathematischen gleich sind. Die in den Tabellen notierten Gewichte sind daher nur als möglichst angenäherte zu betrachten.

Weil sich die Grundpreise der Rohmaterialien sehr oft ändern, konnten nicht diese selbst, sondern nur die Überpreise für bestimmte Formen und Abmessungen angegeben werden. Sie sind den Preislisten der Firma C. Heckmann, Duisburg-Hochfeld, entnommen.

Hoffen wir, daß das Gebotene vielen oft eine angenehme und nützliche Hilfe sein wird.

Berlin, im März 1901.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Beim Neudruck dieses kleinen Buches sind die in den letzten Jahren auf Grund neuerer Versuche gefundenen Formeln und Tabellen für Schrauben und für die Wandstärken der eisernen und kupfernen Böden eingestellt worden.

Einige Festigkeitszahlen wurden den heutigen Anschauungen entsprechend verändert, manche Tabellen umgerechnet und einige neue besonders über Widerstandsmomente hinzugefügt.

Die lexikographische Anordnung, die sich als zweckmäßig erwiesen, ist etwas strenger durchgeführt worden.

Berlin, im September 1909.

Der Verfasser.

Bedeutung der Buchstaben in den Formeln.

Die Maße sind immer Millimeter (mm), wo nicht ausdrücklich anderes gesagt ist.

Die Gewichte (G) sind immer in Kilogramm (kg), die Inhalte (J) in Litern angegeben.

A = Koeffizient für Kupfer = 25,5,
für Eisen bei Böden aus 1 Stück = 26,
aus Segmenten = 24,5.

a = Koeffizient = 80 bis 100.

B = Koeffizient f. Kupfer = 1,2, für Eisen = 1,15.

b = Breite in mm.

c = Koeffizient.

D = Durchmesser in mm.

d = Durchmesser in mm.

e = Entfernung der Stehbolzen voneinander in mm.

φ = Verhältnis der Festigkeit der Nietnaht zu der des Bleches (0,6—0,7).

G = Gewicht in kg.

H = Höhe der Kasten in Dezimetern.

h = Höhe in mm.

J = Inhalt in Litern.

K = Festigkeit pro 1 qmm in kg.

k = Zulässige Beanspruchung pro 1 qmm in kg.

kg = Kilogramm.

L = Länge der Kasten in Dezimetern.

l = Länge in mm.

m = Meter.

mm = Millimeter.

O = Oberfläche in qm.

o = Oberfläche der Bodenborde in qm.

p = Druck in Atm. (1 Atm. = 1 kg pro qcm).

r = Radius in mm.

s = Wandstärke.

t = Teilung der Niete.

w = Widerstandsmoment in cm.

x = Sicherheitskoeffizient (4 bis 5).

Abzweige. Siehe S. 54 bis 56.

Ausdehnung. Es dehnt sich aus: ein Stab von 1 m Länge

bei Erwärmung . . .		10°	50°	100°	150°	200° C.	
von Aluminium .	um	0,2180	1,090	2,180	3,270	4,360	mm
„ Blei	um	0,2848	1,424	2,848	4,272	5,696	„
„ Gußeisen . .	um	0,111	0,555	1,111	1,667	2,222	„
„ Kupfer . . .	um	0,1717	0,858	1,717	2,576	3,434	„
„ Schmiedeeisen	um	0,1235	0,617	1,235	1,853	2,470	„
„ Zink.	um	0,3108	1,554	3,108	4,662	6,216	„
„ Zinn.	um	0,1938	0,969	1,938	2,907	3,876	„

Beize für Kupfer: Schwefelsäure (Oleum) mit Wasser gemischt, jedes zur Hälfte.

Bleche. Siehe nachstehende Tabelle.

Tabelle 1.

Gewicht von 1 qm Blech in kg:

Metall	Dicke des Bleches in mm														
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9	10
Aluminium	1,35	2,7	4,0	5,4	6,75	8,1	9,5	10,75	12,13	13,5	16,2	18,75	21,5	24,25	27
Blei . . .	—	11,5	17	23	29	35	40	46	52	58	69	81	92	104	115
Kupfer . .	4,95	8,9	13,85	17,8	22,75	26,7	31,65	35,6	40,55	44,55	53,4	62,3	71,2	80,1	89
Nickel . .	4,5	9,0	13,5	18	22,5	27	31,5	36	40,5	45	54	63	72	81	90
Schmiedeeisen . .	—	7,8	11,7	15,6	19,5	23,4	27,2	31,2	35,1	39	46,8	54,6	62,4	70,2	78
Zink . . .	3,45	6,9	10,4	13,8	17,3	20,7	24,2	27,6	31	34,5	41,5	48,5	55,2	62,1	69,1

Blei. Siehe Metalle, S. 1 und 65.

Bleirohr. Man kann nicht darauf rechnen, daß die in Tabelle 2 angegebenen inneren Drucke auf die Dauer von Bleirohr zuverlässig ertragen werden. Für warmen Druck (Dampfdruck) sind die Wandstärken um 50% zu vergrößern.

Zinnrohr wiegt etwa 2/3 von dem des Bleirohrs. Es erträgt etwa 2,5 mal so großen inneren Druck wie dieses.

Böden von Eisen, s. S. 6 bis 11, von Kupfer, s. Kupfergefäße S. 33 bis 43.

Bogen. Siehe Kniee.

Tabelle 2.

Wandstärke (s). Gewicht pro 1 m in kg und höchster zulässiger, kalter, innerer Druck der Hartbleirohre:

Innerer Drm. d	Wand-stärke s	Gewicht pro 1 m kg	Inn. Druck in Atm. Hartblei p	Innerer Drm. d	Wand-stärke s	Gewicht pro 1 m kg	Inn. Druck in Atm. Hartblei p	Innerer Drm. d	Wand-stärke s	Gewicht pro 1 m kg	Inn. Druck in Atm. Hartblei p
5	2	0,5	40	45	4,5	7,9	10	85	5,5	17,9	6,5
10	2,5	1,15	24	50	5	9,8	10	90	6	20,5	6,5
15	3	1,9	20	55	5	10,7	9	95	6	21,7	6
20	3,5	2,9	16	60	5	11,8	8	100	6,5	25	6
25	3,5	3	14	65	5	12,5	7	105	6,5	26	6
30	4	4,9	13	70	5,5	14,7	7	110	7	29,2	6
35	4	5,6	11	75	5,5	15,8	7	115	7	30,9	6
40	4,5	7,1	11	80	5,5	16,8	6,5	120	7	32	6

Bordscheiben. Sie werden meistens mit Schlaglot auf die kupfernen oder eisernen Rohre gelötet und sind 1—2 mm stärker als die Rohrwand. Man unterscheidet volle Bordscheiben (Fig. 1), die über die Schrauben hinaus bis an das Flanschende reichen, oder kleine (Fig. 2), die nur die Schrauben berühren. Die letzteren

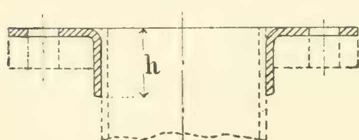


Fig. 1.

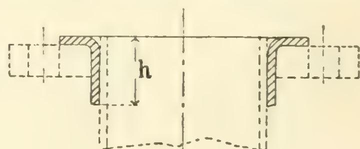


Fig. 2.

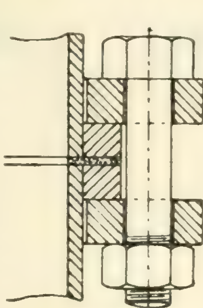
sind die üblichen. Die Höhe h sei 25 bis 40 mm. 100 Stück kleine kupferne Bordscheiben haben etwa die folgenden Gewichte:

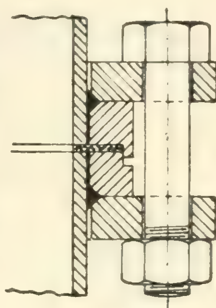
Tabelle 3.
Gewicht kupferner **Bordscheiben.**

Lichte Weite des Rohres	Gewicht v. 100 Bordscheiben	Lichte Weite des Rohres	Gewicht v. 100 Bordscheiben	Lichte Weite des Rohres	Gewicht v. 100 Bordscheiben
20	5	65	23	110	57
25	6	70	26,5	115	61
30	7	75	30	120	65
35	8,5	80	33,5	125	69
40	10	85	37	130	73
45	12	90	41	135	77
50	14,5	95	45	140	81
55	17	100	49	145	85
60	20	105	53	150	90

Statt der kupfernen Bordscheiben werden oft eiserne Ringe oder besser solche aus Kupfer oder Bronze auf die Rohrenden gelötet, hinter denen dann die losen Flanschen sitzen.

Fig. 3 und 4. Diese Ringe können glatt oder mit Nut und Feder versehen sein. Die Höhe der Ringe richtet sich nach dem Druck, der im Rohre herrscht, und sei 10—25 mm; die Breite ergibt die Dichtungsfläche; sie sei 12–30 mm. Die harte Lötung kann nur von hinten bewirkt werden und muß sorgfältig stattfinden, damit das Rohr nicht durch die Hitze leide. Man achte darauf, daß das Lot so tief wie möglich herabfließe; daher soll der Ring ganz lose auf das Rohr gehen und nur vorn ganz dicht schließen.


Fig. 3.


Fig. 4.

Compensationsrohre. Siehe Federrohre, S. 16.

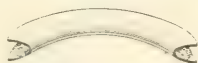
Cylinder. Gefäße von Eisen S. 6 bis 9, von Kupfer S. 33.

Dichtungsmaterial. Als Dichtungsmaterial für Rohrleitungen und Apparate dienen hauptsächlich folgende Materialien:

1. Pappe von etwa 3 mm Dicke in Wasser oder Leinöl, oder besser Asbestpappe von etwa 4 mm Dicke, in Leinölfirnis (nicht in Wasser) getränkt, bisweilen auch mit ganz dünner Mennige bestrichen, als volle Scheibe über die Schrauben hinaus oder nur bis an die Schrauben zwischengeschraubt.

2. Runde oder viereckige Schnur aus mit Asbest gefülltem Gewebe, entweder einfach innerhalb der Schrauben auf die glatten zu dichtenden Flächen oder in eine Nut oder Vertiefung der Verschraubung gelegt.

3. Ringe aus Kupfer mit Asbesteinlage (Lechlerringe, Fig. 5). Sie bestehen aus einem außen offenen Kupferring von u-förmigem Querschnitt, in dem Asbest ruht, und werden in die eingedrehte Nut oder auf den glatt gedrehten Flansch gelegt. Sehr gut und dauerhaft in Leitungen für hochgespannten Dampf, da sie den Asbest vor der schädlichen Einwirkung von Dampf und Kondenswasser schützen.


Fig. 5.

4. Asbestscheiben mit eingelegtem Draht oder eingelegter Messinggaze — Metallringe mit gewirkter Asbestschnur beflochten (Sanda, Kirschning), um dem Dichtungsmaterial Widerstand gegen den inneren Druck zu verleihen (Fig. 6 und 7).

5. Gummi aus Platten geschnitten, 2—3—4 mm dick, am besten außen mit Leinwand umlegt, über die ganze Fläche oder nur bis an die Schrauben reichend.

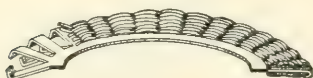
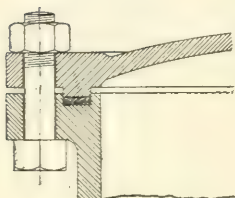

Fig. 6.


Fig. 7.

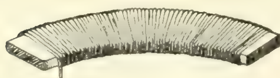
6. Gummiringe rund oder □, besonders für Mannlöcher, Deckel usw. in eine Nut gelegt. Leinwand-Einlage oder besser Umlage zu empfehlen.

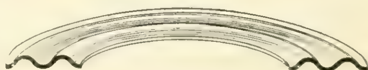

Fig. 8.

7. Ringe aus Zellulose, 3—4 mm dick (wie Pos. 1, 2 und 5), in Wasser getaucht; gut gegen Laugen, Säuren usw.

8. Reines Weichblei als Ring von etwa 10 mm Breite und 4—5 mm Dicke in die mit Rillen (Stichen) versehene Nut, meist gußeiserner Verschraubungen, gelegt. Erfordert kräftiges Anziehen der Schrauben (Fig. 8).

9. Ringe aus Blei mit Bindfaden umwickelt, auf den beiderseits Mennigekitt oder Glyzerinkitt (s. Kitt) gelegt ist. Für größere Verschraubungen (Fig. 9).

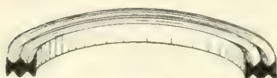

Fig. 9.

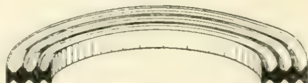

Fig. 10.

10. Glatte weiche kupferne Ringe, 2 mm dick, zwischen die glatten gedrehten Flächen geschraubt.

11. Gewellte Kupferringe, die etwas nachgiebig federnd wirken (Fig. 10).


Fig. 11.


Fig. 12.


Fig. 13.

12. Profilierte Kupferringe zwischen die gedrehten Flächen geschraubt (Fig. 11, 12 und 13).

13. Sauber gedrehte Bronze-Linsen (Fig. 14) zwischen die sauber bearbeiteten Dichtflächen geschraubt. Hauptsächlich für Bronze-Armaturen im Gebrauch. Die normalen Abmessungen solcher Linsen gibt die Tabelle 4.

Tabelle 4.

Abmessungen der **Dichtungs-Linsen** (Fig. 14 und 138).

Lichte Weite	Nach den Normalien						
	für die Betriebsmittel der preuß. Eisenbahnen			des Vereins deutscher Ingenieure (Fig. 138)			
	Äußerer Durch-messer	Radius der Wölbung	Dicke der Linse	Äußerer Durch-messer	Radius der Wölbung	Dicke der Linse	Breite der Dich-tungs-fläche
d	D	r	s	D	r	s	
10	35	30	10	—	—	—	—
15	40	30	13		—	—	—
20	45	30	13	—	—	—	
25	55	45	13		—	—	—
30	60	45	13	55	50	10	4
35	60	45	13	—	—	—	—
40	70	60	13	68	60	12	4
45	75	60	13		—	—	—
50	75	60	13	80	70	12	5
55	80	60	13	—	—	—	—
60	90	75	13	93	85	14	5
65	90	75	13	—	—	—	—
70	95	75	13	106	100	14	5
75	105	90	13	—	—	—	—
80	105	90	13	120	115	16	6
85	110	90	13		—	—	—
90	115	90	13	134	135	16	6
95	120	90	13	—	—	—	—
100	130	110	16	148	155	18	7
105	135	110	16	—	—	—	—
110	140	110	16	—	—	—	—
115	140	110	16	—	—	—	—
120	145	110	16	—	—	—	—
125	150	110	16	176	180	20	7
130	165	130	20	—	—	—	—
135	170	130	20	—	—	—	—
140	170	130	20	—	—		—
145	175	130	20	—	—	—	—
150	180	130	20	207	210	20	8
155	185	130	20	—	—	—	—
160	190	130	20	—	—		—
175	—	—	—	238	240	22	8
200	—	—	—	269	270	22	8
225	—	—	—	300	305	24	10
250	—	—		330	340	24	10
275	—	—	—	360	385	26	10
300	—	—	—	390	430	26	10
325	—	—	—	420	475	28	12
350	—	—	—	450	520	28	12
375	—	—	—	480	565	30	12
400	—	—	—	510	610	30	12

14. Mennige oder Glyzerinkitt oft mit etwas Hanf gemischt auf die ganze Verschraubungsfläche getragen, darauf kreuzweise Bindfaden gelegt und nochmals Kitt darauf (Fig. 15). Man muß die Schrauben gut anziehen, anwärmen und nachziehen. Mennigekitt erhärtet schneller bei der Wärme. Frischer Kitt ist immer weich. Er hält den Probedruck erst aus, wenn er erhärtet ist. Zu früh angestrengt wird er schnell undicht.

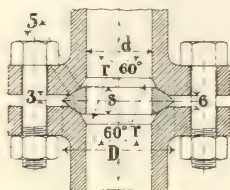


Fig. 14.

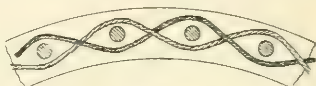


Fig. 15.

15. Eine Anzahl von Dichtungs-Materialien, deren oft neue auftauchen (Ideal, Asbestkupfer, Klingerit, Totonit, Durit, Korilith usw.).

Doppelböden. Siehe Böden S. 24, 34, 37 und 38.

Doppelplatten. Von Eisen S. 12, von Kupfer S. 44.

Draht. Siehe Rundmetall S. 81 bis 83.

Eisen. Siehe Metall S. 1 und 65.

Eisenflanschen. Siehe Flanschen.

Eisengefäße. 1. Zylindrische, genietete, **eiserne** Gefäße mit **innerem** Druck.

a) Die Dicke der Wand ist (Hamburger Normen 1905)

$$s = \frac{d \cdot p \cdot x}{200 \cdot K \cdot \varphi} + 1 \text{ mm} \qquad (1)$$

darin anzunehmen:

x = Sicherheitskoeffizient = 4,75 (für Dampfkessel = 5, bei doppelt gelaschten Nähten = 4),

K = Festigkeitskoeffizient p. qmm = 33,

φ = Festigkeit der Nietnaht = 0,6—0,7.

b) Die Dicke der eisernen **gewölbten** Böden bei **innerem** Druck.

$$s = \frac{p \cdot r}{200 \cdot k} \text{ alles mm} \qquad (2)$$

k = 4,5 (Tabelle 5).

r = etwa gleich dem Durchmesser des Gefäßes oder größer.

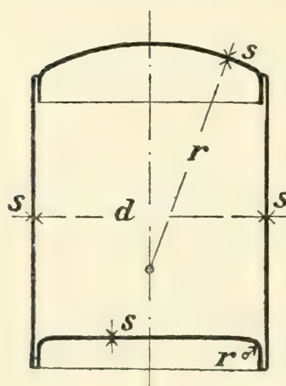


Fig. 16.

c) Die Dicke der eisernen **flachen** Böden mit Krempe bei **innerem** Druck; r = Krempenradius:

$$s' = \sqrt{\frac{3 \cdot p}{800 \cdot K}} \left[d - r\left(1 + \frac{2 \cdot r}{d}\right)\right] \text{ alles mm} \qquad (3)$$

darin: K = 30.

Tabelle 5.

Wanddicke s (in mm) der Mäntel, gewölbten und flachen Böden cylindrischer **Eisengefäße** von 500 bis 3000 mm innerem Drm. bei innerem Druck von p = 1 bis 5 Atm. (nach Formeln 1, 2 und 3), $\varphi = 0{,}6$, r = 1,5 d.

Innerer Drm.	p = 1 Atm. für			p = 2 Atm. für			p = 3 Atm. für			p = 4 Atm. für			p = 5 Atm. für		
d	Mantel	⌢ r = 1,5 d	⌴	Mantel	⌢ r = 1,5 d	⌴	Mantel	⌢ r = 1,5 d	⌴	Mantel	⌢ r = 1,5 d	⌴	Mantel	⌢ r = 1,5 d	⌴
mm	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s
500	1,60	0,85	5,5	2,20	1,65	7,75	2,80	2,50	9,50	3,40	3,30	11,0	4,0	4,13	12,30
550	1,70	0,90	6,2	2,30	1,80	8,75	3,00	2,70	10,60	3,70	3,60	12,4	4,15	4,50	13,80
600	1,80	1,00	6,8	2,50	1,98	9,65	3,20	2,95	11,70	3,90	3,98	13,6	4,45	4,95	15,10
650	1,80	1,05	7,1	2,60	2,16	10,10	3,40	3,24	12,30	4,20	4,16	14,2	4,85	5,40	15,80
700	1,90	1,10	7,9	2,70	2,28	11,10	3,60	3,42	13,40	4,50	4,56	15,8	5,15	5,70	17,70
750	1,90	1,25	8,17	2,80	2,43	11,51	3,80	3,74	14,10	4,70	4,85	16,4	5,58	6,18	18,20
800	2,00	1,30	8,8	2,90	2,55	12,40	4,00	3,83	15,20	4,90	5,10	17,6	5,88	6,38	19,60
850	2,00	1,35	9,3	3,10	2,70	13,10	4,20	4,05	16,10	5,10	5,40	18,6	6,33	6,75	20,70
900	2,10	1,42	9,8	3,20	2,85	13,80	4,30	4,40	16,95	5,40	5,70	19,6	6,75	7,15	21,90
950	2,10	1,50	10,3	3,30	3,15	14,30	4,40	4,75	17,80	5,70	6,30	20,6	7,05	7,88	23,00
1000	2,20	1,55	11,0	3,40	3,30	15,60	4,60	4,95	20,00	6,00	6,60	22,0	7,50	8,25	24,50
1100	2,40	1,80	12,0	3,60	3,60	16,60	4,75	5,40	20,76	6,60	7,20	23,7	8,25	9,00	26,70
1200	2,50	1,95	13,0	3,80	3,90	18,40	5,40	6,00	22,50	7,20	7,80	26,0	9,10	9,75	—
1300	2,60	2,17	14,1	4,00	4,35	19,70	5,75	6,61	24,40	7,80	8,70	—	9,94	10,88	—
1400	2,70	2,45	15,3	4,20	4,65	20,40	6,05	7,02	26,50	8,40	9,48	—	10,50	11,70	—
1500	2,80	2,50	16,4	4,50	4,95	23,00	6,75	7,45	—	9,00	9,90	—	11,20	12,38	—
1600	3,0	2,65	17,6	4,80	5,28	24,80	7,20	7,92	—	9,20	10,50	—	12,00	12,20	—
1700	3,10	2,85	18,8	5,10	5,70	—	7,65	8,55	—	9,80	11,45	—	12,75	14,25	—
1800	3,20	3,00	19,9	5,40	6,00	—	8,10	9,00	—	10,80	12,00	—	13,50	15,00	—
1900	3,30	3,15	20,8	5,70	6,30	—	8,50	9,45	—	11,40	12,60	—	14,20	15,75	—
2000	3,40	3,30	21,8	6,00	6,60	—	9,00	9,90	—	12,00	13,20	—	15,00	16,50	—
2100	3,60	3,45	22,9	6,30	6,90		9,40	10,35	—	12,60	13,80	—	15,75	17,25	—
2200	3,70	3,60	24,0	6,60	7,20	—	9,85	10,80	—	13,20	14,40	—	16,50	18,00	—
2300	3,80	3,66	25,2	6,90	7,35	—	10,30	10,95	—	13,80	14,70	—	17,20	19,50	—
2400	3,90	3,90	26,3	7,20	7,80	—	10,80	11,70	—	14,40	15,60	—	18,00	20,25	—
2500	4,00	4,20	—	7,50	8,40	—	11,25	12,60	—	15,00	16,80	—	18,75	21,00	—
2600	4,20	4,30	—	7,80	8,70	—	11,65	13,10	—	15,60	17,40	—	19,50	21,75	—
2700	4,30	4,50	—	8,10	9,00	—	12,13	13,50	—	16,20	18,00	—	20,20	22,50	—
2800	4,40	4,65	—	8,50	9,30	—	12,60	13,95	—	16,80	18,60	—	21,00	23,25	—
2900	4,50	4,75	—	8,70	9,60	—	13,03	14,40	—	17,40	19,20	—	21,75	24,00	—
3000	4,60	5,25	—	9,00	10,51	—	13,50	15,75	—	18,00	21,00	—	22,50	24,75	—

Tabelle 6.

Wanddicke s (in mm) der Mäntel gewölbten und flachen Böden cylindrischer **Eisengefäße** von 500—3000 mm Drm. und 500—3000 Länge bei äußerem Druck von p = 1 Atm. (nach Formeln 4, 5 und 6).

Innerer Drm. d mm	‿ r = 1,5 d	— s	Länge (l) des cylindrischen Mantels zwischen den Versteifungen 500 s	700 s	1000 s	1200 s	1400 s	1600 s	1800 s	2000 s	2200 s	2400 s	2600 »	2800 s	3000 s
	2,5	5,5	3,35	3,52	3,70	3,70	3,75	3,75	3,80	3,80	3,80	3,80	3,80	3,90	3,90
550	2,5	6,2	3,47	3,65	3,85	3,85	3,90	3,90	3,95	4,00	4,00	4,00	4,00	4,10	4,10
600	3,0	6,8	3,60	3,81	4,00	4,05	4,05	4,10	4,15	4,15	4,20	4,20	4,20	4,30	4,30
650	3,0	7,1	3,80	3,95	4,15	4,22	4,22	4,30	4,30	4,35	4,40	4,40	4,40	4,50	4,50
700	3,0	7,9	4,00	4,10	4,30	4,40	4,40	4,50	4,50	4,50	4,60	4,60	4,60	4,70	4,70
750	3,5	8,2	4,10	4,20	4,40	4,40	4,50	4,60	4,60	4,70	4,80	4,80	4,80	4,90	4,90
800	3,5	8,8	4,20	4,30	4,50	4,50	4,60	4,70	4,80	4,90	5,00	5,00	5,10	5,10	5,10
850	3,5	9,3	4,30	4,45	4,70	4,70	4,85	4,90	5,00	5,10	5,20	5,20	5,25	5,25	5,30
900	4,0	9,8	4,40	4,60	4,80	4,90	5,10	5,10	5,20	5,30	5,40	5,40	5,45	5,45	5,50
950	4,0	10,3	4,50	4,75	5,00	5,20	5,30	5,35	5,45	5,50	5,60	5,60	5,65	5,65	5,80
1000	4,5	11,0	4,60	4,90	5,20	5,35	5,50	5,60	5,70	5,70	5,80	5,80	5,90	5,90	6,00
1100	4,5	12,0	4,85	5,18	5,47	5,68	5,80	5,90	6,00	6,05	6,15	6,25	6,20	6,25	6,40
1200	5,0	13,0	5,10	5,45	5,74	6,00	6,10	6,20	6,30	6,40	6,45	6,50	6,56	6,63	6,75
1300	5,5	14,1	5,30	5,67	6,00	6,30	6,45	6,60	6,65	6,70	6,86	6,80	6,92	6,95	7,10
1400	6,0	15,3	5,50	5,90	6,30	6,60	6,80	7,00	7,00	7,10	7,20	7,25	7,30	7,30	7,30
1500	6,5	16,4	5,75	6,20	6,60	6,80	7,05	7,25	7,30	7,38	7,50	7,55	7.65	7,65	7,80
1600	7,0	17,6	6,00	6,40	6,80	7,00	7,25	7,50	7,60	7,66	7,78	7,90	8,00	8,00	8,12
1700	7,5	18,8	6,15	6,60	7,10	7,30	7,50	7,80	7,85	7,93	8,08	8,20	8,30	8,40	8,42
1800	8,0	19,9	6,30	6,85	7,40	7,60	7,80	8,10	8,15	8,30	8,40	8,50	8,65	8,80	8,80
1900	8,5	20.8	6,50	7,00	7,55	7,85	8,10	8,30	8,48	8,65	8,75	8.85	8,97	9,10	9,15
2000	8,5	21,8	6,65	7,20	7,70	8,10	8,35	8,60	8,90	9,00	9,10	9,20	9,30	9,40	9,50
2100	9,0	22,9	6,83	7,40	7,95	8,15	8,50	8,35	9,20	9,25	9,34	9,45	9,60	9,70	9,80
2200	9,0	24,0	7,00	7,60	8,20	8,26	8,67	9,10	9,50	9,55	9,60	9,74	9,90	10,00	10,15
2300	9,5	25,2	7,15	7,80	8,45	8,65	9,04	9,40	9,75	9,87	9,95	10,07	10,22	10,35	10,50
2400	10,0	26,3	7,30	8,00	8,70	9,05	9,40	9,70	10,00	10,20	10,30	10,40	10,55	10,70	10,85
2500	10,5	—	7,50	8,20	8,85	9,20	9,60	9,90	10,20	10,40	10,60	10,60	10,80	11,00	11,10
2600	11,0	-	7,70	8,35	9,00	9,40	9,80	10,10	10,40	10,60	10,80	10,95	11,11	11,26	11.40
2700	11,5	—	7,80	8,30	9,25	9,65	10,05	10,35	10,65	10,85	11,05	11,21	11,41	11,55	11,70
2800	12,0	—	7,90	8,20	9,50	9,90	10,30	10,60	10,90	11,10	11,30	11,50	11,70	11,85	12,00
2900	12,5	—	8,15	8,70	9,70	10,15	10,55	10,85	11,10	11,35	11,60	11,80	12,10	12,20	12,30
3000	13,0	—	8,40	9,15	9,90	10,35	10,80	11,05	11,30	11,60	11,90	12,15	12,40	12,50	12,61

Die Tabelle 5 zeigt die Wandstärken eiserner Gefäße bei inneren Drucken von 1—5 Atm. berechnet nach den Formeln 1—3. Praktische Gründe fordern aber meistens diese berechneten Wandstärken erheblich zu verstärken. Bleche, die dünner sind als 5 mm, kann man nicht gut verstemmen, sie müssen hart gelötet werden. Sofern die Tabelle 5 und äußere Gründe (Abrostung usw.) nicht größere Stärken ergeben, sollte man die Wandstärke s bis 600 mm l. W. nicht unter 4, von 650—800 mm l. W. nicht unter 5, von 850—1000 mm l. W. nicht unter 6 und darüber nicht unter 7 mm wählen.

2. Cylindrische, genietete, **eiserne** Gefäße mit **äußerem** Druck.

Die Wandstärke der eisernen Mäntel (Cylinder) hängt von ihrer Länge, d. h. von der Entfernung l zwischen den Versteifungen ab.

a) Die Dicke der Wand ist (Hamburger Normen 1905):

$$s = \frac{p \cdot d}{2000}\left(1 + \sqrt{1 + \frac{a}{p}\,\frac{l}{l + d}}\right) + 1{,}5 \text{ alles mm} \qquad (4)$$

$a = 80$ bis 100 (Tabelle 6).

Es wird bei dieser Gleichung (4) angenommen, daß die cylindrischen Gefäße an den Enden durch umgelegte Ringe oder Böden steif und nicht zusammendrückbar sind.

b) Die Dicke der eisernen **gewölbten** Böden bei **äußerem** Druck[1].

$$s = \frac{1}{2}\,r\,\frac{0{,}025\,A \cdot p + B^2 + B\sqrt{0{,}05\,A \cdot p + B^2}}{A^2} \qquad (5)$$

worin:

r = äußeren Radius in mm,

p = Betriebsdruck in Atm.

Für geglühte Flußeisenböden aus einem Stück:

$A = 26 \qquad B = 1{,}15.$

Für Flußeisenböden aus Segmenten mit Überlappungsnaht:

$A = 24{,}5 \qquad B = 1{,}15.$

c) Die Dicke der **flachen** Böden mit Krempe bei **äußerem** Druck ebenso wie bei innerem Druck:

$$s = \sqrt{\frac{3 \cdot p}{800 \cdot K}}\left[d - r\left(1 + \frac{2 \cdot r}{d}\right)\right] \text{ alles mm} \qquad (6)$$

darin:

$K = 30 \qquad r$ = Krempenradius.

Für die Tabelle 6, die für eiserne Gefäße bei einem äußeren Druck von 1 Atm. bestimmt ist, gilt hinsicht-

---

[1]) Z. d. V. d. Ingenieure, 1902, S. 375.

Tabelle 7 [1]).

Wanddicke kugelförmiger geglühter Flußeisenböden mit äußerem

Blechdicke in mm	Dampfüberdruck p													
	1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	5½	6	6½	7	7½
	Größter zulässiger Halbmesser r													
2.0	705	618	552	500	458	424	394	369	347	328	311	296	282	270
2.5	882	772	690	625	573	529	493	461	434	410	389	370	353	337
3.0	1058	926	828	750	687	635	591	554	521	492	466	444	423	405
3.5	1234	1081	966	875	802	741	690	646	607	574	544	518	494	472
4,0	1410	1235	1104	1000	917	847	788	738	694	656	622	592	564	540
4.5	1587	1390	1242	1125	1031	953	887	830	781	738	700	665	635	607
5.0	1763	1544	1380	1250	1146	1059	985	923	868	820	777	739	705	675
5.5	1939	1699	1518	1375	1260	1165	1084	1015	955	902	855	813	776	742
6.0	2116	1853	1656	1500	1375	1271	1183	1107	1041	984	933	887	846	810
6.5	2292	2007	1794	1626	1489	1377	1281	1199	1028	1066	1011	961	917	877
7.0	2468	2162	1932	1751	1604	1482	1380	1292	1215	1148	1088	1035	987	945
7.5	2645	2316	2070	1876	1719	1588	1478	1384	1302	1230	1166	1109	1058	1012
8.0	2821	2471	2208	2001	1833	1694	1577	1476	1389	1312	1244	1183	1128	1080
8.5	2997	2625	2345	2126	1948	1800	1675	1568	1475	1394	1322	1257	1199	1147
9.0	3173	2779	2483	2251	2062	1906	1774	1661	1562	1476	1399	1331	1269	1215
9.5	3350	2934	2621	2376	2177	2012	1872	1753	1649	1558	1477	1405	1340	1282
10.0	3526	3088	2759	2501	2291	2118	1971	1845	1736	1640	1555	1479	1410	1350
10.5	3702	3243	2897	2626	2406	2224	2069	1937	1822	1722	1633	1553	1481	1417
11.0	3879	3397	3035	2751	2521	2330	2168	2030	1909	1804	1710	1627	1551	1484
11.5	4055	3552	3173	2876	2635	2435	2267	2122	1996	1886	1788	1701	1622	1552
12.0	4231	3706	3311	3001	2750	2541	2365	2214	2083	1968	1866	1775	1692	1619
12.5	4408	3860	3449	3126	2864	2647	2464	2306	2170	2050	1944	1849	1763	1687
13.0	4584	4015	3587	3251	2979	2753	2562	2399	2256	2132	2021	1922	1834	1754
13,5	4760	4169	3725	3376	3093	2859	2661	2491	2343	2214	2099	1996	1904	1822
14.0	4936	4324	3863	3501	3208	2965	2759	2583	2430	2296	2177	2070	1975	1889
14.5	5113	4478	4001	3626	3323	3071	2858	2675	2517	2378	2254	2144	2045	1957
15.0	5289	4632	4139	3751	3437	3177	2956	2768	2604	2460	2332	2218	2116	2024
15.5	5465	4787	4277	3876	3552	3283	3055	2860	2690	2542	2410	2292	2186	2092

[1]) Siehe G. Eckermann, Zahlentafeln 1909.

Tabelle 7.

Überdruck. Vgl. Abschn. XII d. Hamb. Norm. 1905 (Formel 5).

in Atmosphären														
8	8½	9	9½	10	10½	11	11½	12	12½	13	13½	14	14½	15
der mittleren Wölbung in mm														
259	248	239	230	222	215	207	201	195	190	184	179	174	170	166
323	310	299	288	278	268	259	252	244	237	230	224	218	212	207
388	372	358	345	333	322	311	302	293	284	276	269	262	255	249
452	434	418	403	389	376	363	352	342	332	322	313	305	297	290
517	496	478	460	444	429	415	402	390	379	368	358	349	340	331
582	559	537	518	500	483	467	453	439	426	414	403	392	382	373
646	621	597	575	555	537	518	503	488	474	460	448	436	425	414
711	683	657	633	611	590	570	553	537	521	506	493	480	467	456
776	745	716	690	666	644	622	604	586	569	552	537	523	510	497
840	807	776	748	722	697	674	654	634	616	599	582	567	552	538
905	869	836	805	777	751	726	704	683	663	645	627	610	595	580
969	931	896	863	833	805	778	755	732	711	691	672	654	637	621
1034	993	955	920	888	858	830	805	781	758	737	717	698	680	663
1099	1055	1015	978	944	912	881	855	830	805	783	761	741	722	704
1163	1117	1075	1036	999	966	933	906	878	853	829	806	785	765	746
1228	1179	1134	1093	1055	1019	985	956	927	900	875	851	828	807	787
1293	1241	1194	1151	1110	1073	1037	1006	976	948	921	896	872	850	828
1357	1303	1254	1208	1166	1127	1089	1057	1025	995	967	940	916	892	870
1422	1365	1313	1266	1221	1180	1141	1107	1073	1042	1013	985	959	935	911
1486	1427	1373	1323	1277	1234	1192	1157	1122	1090	1059	1030	1003	977	953
1551	1489	1433	1381	1332	1288	1244	1207	1171	1137	1105	1075	1046	1020	994
1616	1552	1493	1438	1388	1341	1296	1258	1220	1184	1151	1120	1090	1062	1036
1680	1614	1552	1496	1444	1395	1348	1308	1269	1232	1197	1164	1134	1104	1077
1745	1676	1612	1553	1499	1449	1400	1358	1317	1279	1243	1209	1177	1147	1118
1810	1738	1672	1611	1555	1502	1452	1409	1366	1327	1289	1254	1221	1189	1160
1874	1800	1731	1668	1610	1556	1504	1459	1415	1374	1335	1299	1264	1232	1201
1939	1862	1791	1726	1666	1610	1555	1509	1464	1421	1381	1344	1308	1274	1243
2003	1924	1851	1783	1721	1663	1607	1560	1513	1469	1427	1388	1352	1317	1284

lich der zu wählenden Stärke dieselbe Bemerkung wie für Tabelle 5 (s. S. 9).

d) Eiserne Doppelplatten, keine Feuerberührung (Fig. 17 und 18).



Fig. 17.

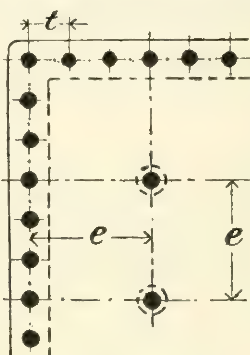


Fig. 18.

Wenn die beiden Bleche am Rande dicht genietet sind und in der Mitte in den Entfernungen e durch Niete mit zwischengelegten Flacheisenstücken oder Stehbolzen gehalten werden, so ist die Blechdicke:

$$s = 0{,}020\, e \cdot \sqrt{p} \qquad (7)$$

die Entfernung der Stehbolzen:

$$e = \frac{s}{0{,}02\sqrt{p}} \qquad (8)$$

Tabelle 8.

Entfernung e und Dicke d (in mm) der Stehbolzen bei eisernen **Doppelplatten** von s = 4 bis 10 mm Blechstärke und r = 1 bis 5 Atm. innerem Druck.

Blechstärke s		Innerer Druck in Atm. p 1	2	3	4	5
4 mm	Entfernung e	200	142	115	100	90
	Nietstärke d	11	11	11	11	11
5 „	Entfernung e	250	177	140	125	111
	Nietstärke d	14	14	14	14	14
6 „	Entfernung e	300	213	170	150	133
	Nietstärke d	16	16	16	16	16
7 „	Entfernung e	350	248	200	175	155
	Nietstärke d	18	18	18	18	18
8 „	Entfernung e	400	285	230	200	180
	Nietstärke d	21	21	21	21	21
9 „	Entfernung e	450	320	260	225	200
	Nietstärke d	23	23	23	23	23
10 „	Entfernung e	500	255	290	250	213
	Nietstärke d	25	25	25	25	25

Eiserne Nieten und Nietverbindungen. In den Tabellen 9 und 10 finden sich die Angaben für die einreihige und zweireihige

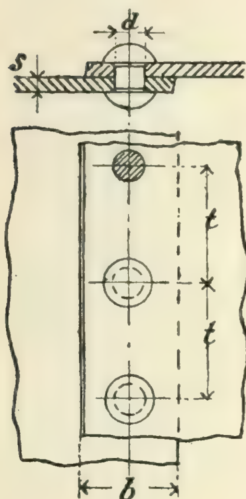


Fig. 19.

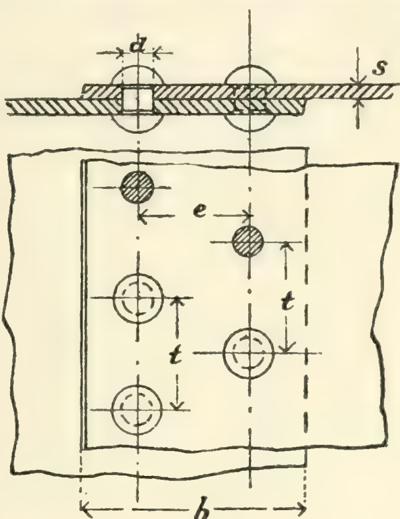


Fig. 20.

Dichtnietung, wie sie für eiserne Gefäße gebraucht wird. Die Festnietung, die bei Trägern jeder Art Anwendung findet, ist hier nicht behandelt.

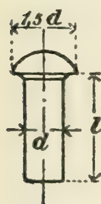


Fig. 21.

Bei einreihiger Naht sei (alles Millimeter):

$$d = \sqrt{50 \cdot s} - 4 \qquad (9)$$
$$t = 2 \cdot d + 8$$
$$b = 3 \cdot d.$$

Bei zweireihiger Naht sei:

$$t = 2{,}6 \cdot d + 15 \qquad (10)$$
$$b = 4{,}56 \cdot d + 9$$
$$e = 0{,}6 \cdot t.$$

Die Zugabe zur Nietlänge für den Schellkopf hängt von der Genauigkeit ab, mit der die Niete in die Löcher im Bleche passen; sie sei 1,75 bis 2 d:

$$l = 2 \cdot s + 2 \cdot d \qquad (11)$$

Die Festigkeit eines genieteten Körpers hängt ab von dem Verhältnis φ, d. h. von der Festigkeit der Naht zu der des Bleches.

Abmessungen der eiseren Nietnähte Tabelle 9 und 10.

Das Gewicht der Eisenniete gibt die Tabelle 11.

Tabelle 9.

Nietdicke (d) — Teilung (t) — Festigkeit (φ) — Gewichte — bei einreihiger **Nietung** eiserner Gefäße (Fig. 19).

Blechstärke s	Nietdicke d	Teilung t	Überlappung b	Reibungswiderstand pr. 1 Niet (550 kg per 1 qcm)	Festigkeit der Naht zum Blech φ	Nietschaftlänge l	Gewicht von zwei Nietköpfen kg	Nietzahl pro 1 m Naht gl	Gewichtszuschlag für 1 m Naht kg
5	12	32	36	620	0,62	33	0,017	31,3	1,97
6	14	38	42	840	0,63	38	0,027	26,4	2,72
7	16	44	48	1100	0,64	44	0,04	22,7	3,38
8	17	45	51	1243	0,62	47	0,05	22,2	4,37
9	18	46	54	1375	0,61	50	0,057	21,8	5,03
10	19	47	57	1540	0,60	54	0,067	21,3	5,97
11	20	49	60	1727	0,59	57	0,078	20,4	6,93
12	21	50	63	1900	0,58	61	0,09	20,0	7,84
13	22	51	66	2100	0,57	65	0,104	19,6	8,94
14	23	52	69	2280	0,56	68	0,118	19,2	9,97
15	24	54	72	2470	0,55	72	0,135	18,6	11,21

Tabelle 10.

Nietdicke (d) — Teilung (t) — Festigkeit (φ) — Gewichte — bei zweireihiger **Nietung** eiserner Gefäße (Fig. 20).

Blechstärke s	Nietdicke d	Teilung t	Überlappung b	Entfernung e	Festigkeit der Naht zum Blech φ	Nietschaftlänge l	Nietzahl pro 1 m Naht	Gewichtszuschlag für 1 m Naht kg
8	15	59	80	35	0,74	44	34	6,24
9	16	60	84	36	0,73	48	33	7,57
10	17	62	88	37	0,73	51	32	8,64
11	18	64	89	38	0,72	54	31	9,60
12	19	66	94	40	0,71	58	31	11,10
13	20	68	101	41	0,71	61	30	12,85
14	21	70	105	42	0,70	65	29	14,37
15	22	72	109	43	0,70	69	28	16,00

Tabelle 11.

Gewicht von 100 Stück eisernen **Nieten** in kg.

Von d = 12 bis 25 mm Durchmesser und l = 25 bis 85 mm Schaftlänge.

Drm.	Schaftlänge (l) der Nieten												
d	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
12	3,05	3,49	3,93	4,37	4,81	5,25	5,69	6,13	6,57	7,01	7,45	7,89	8,34
13	3,66	4,18	4,70	5,21	5,73	6,25	6,77	7,28	7,79	8,31	8,83	9,35	9,87
14	4,35	4,95	5,55	6,15	6,75	7,35	7,95	8,55	9,15	9,75	10,35	10,95	11,55
15	5,10	5,79	6,48	7,17	7,86	8,55	9,23	9,92	10,61	11,30	12,00	12,68	13,37
16	5,90	6,68	7,46	8,24	9,02	9,80	10,58	11,36	12,14	12,92	13,70	14,48	15,26
17	6,94	7,82	8,71	9,59	10,48	11,36	12,25	13,25	14,02	14,90	15,79	16,67	17,56
18	7,81	8,80	9,79	10,78	11,77	12,76	13,75	14,74	15,73	16,72	17,71	18,70	19,69
19	8,90	10,00	11,01	12,11	13,21	14,32	15,42	16,53	17,63	18,74	19,84	20,95	22,06
20	10,02	11,25	12,46	13,69	14,92	16,14	17,37	18,59	19,82	21,04	22,27	23,52	24,74
21	11,26	12,57	13,92	15,27	16,62	17,97	19,32	20,67	22,02	23,37	24,72	26,07	27,42
22	12,61	14,10	15,57	17,01	18,53	20,01	21,49	22,97	24,45	25,93	27,41	28,89	30,37
23	14,00	15,62	17,24	18,86	20,48	22,10	23,72	25,34	27,16	27,78	29,40	31,02	32,64
24	15,57	17,33	19,10	20,86	22,63	24,39	26,15	27,91	29,69	31,45	33,21	34,97	36,74
25	17,40	19,32	21,23	23,15	25,06	26,98	28,89	30,81	32.72	34,64	36,55	38,46	40,38

Eisenrohre. Ihre Fabrikationslänge ist etwa 5 m. Die anderen Abmessungen zeigt die Tabelle 12. Eisenrohre werden, wenn sie gebogen werden sollen, mit trockenem Sande gefüllt und an den Enden mit Holzpfropfen geschlossen. Man kann sie kalt oder in glühendem Zustande biegen.

Tabelle 12.

Abmessungen der Gasrohre, **Patentgeschweißten** und Stahlrohre.

Gasrohre				Patentgeschweißte und Stahlrohre								
Lichte Weite	Äußerer Drm.	Lichte Weite	Äußerer Drm.	Äußerer Drm.	Wandstärke	Gewicht pro 1 m	Äußerer Drm.	Wandstärke	Gewicht pro 1 m	Äußerer Drm.	Wandstärke	Gewicht pro 1 m
Zoll	mm	Zoll	mm	mm	mm	kg	mm	mm	kg	mm	mm	kg
1/8	10	2 1/4	66,6	38	2,25	1,97	102	3,75	9,01	203	5,5	26,60
1/4	13,5	2 1/2	75,6	41,5	2,25	2,17	108	3,75	9,56	216	6,5	33,20
3/8	16	2 3/4	79,5	44,5	2,25	2,32	114	3,75	10,10	229	6,5	35,30
1/2	20,8	3	88,8	47,5	2,25	2,49	121	4	11,46	241	6,5	37,20
5/8	23	3 1/2	102,3	51	2,5	2,97	127	4	12,02	254	6,5	39,50
3/4	26,3	4	114,3	54	2,5	3,15	133	4	12,65	267	7	44,50
7/8	30,2	—	—	57	2,75	3,65	140	4,5	14,90	279	7,5	49,60
1	33,2	—	—	60	3	4,20	146	4,5	15,56	292	7,5	52,10
1 1/4	42	—	—	63,5	3	4,45	152	4,5	16,22	305	7,5	54,70
1 1/2	46,4	—	—	70	3	4,90	159	4,5	17	—	—	—
1 3/4	52	—	—	76	3	5,35	165	4,5	17,65	—	—	—
2	58,5	—	—	83	3,25	6,35	171	4,5	18,31	—	—	—
—	—	—	—	89	3,25	6,78	178	4,5	19	—	—	—
—	—	—	—	95	3,25	7,30	191	5,5	24,93	—	—	—

Federrohre aus Kupfer werden entsprechend den verschiedenen Zwecken in verschiedenen Formen zur Ausführung gebracht; die in Fig. 22 dargestellte ist die üblichste. Die Abmessungen dieser Rohre hängen von der Federung, d. h. von dem Maß an Bewegung ab, das man von ihren Endflanschen fordert, und sie werden bestimmt durch die Beanspruchung, die man der meist angestrengten Faser zumuten will. Die Formen, welche gerade Schenkel haben, liefern größere Beweglichkeit als nur aus Kreisbogen bestehende. Die in Tabelle 13 zusammengestellten Abmessungen gelten für Beanspruchung k = 4. Beim Einbau muß das Federrohr um die Hälfte seiner ganzen Federung auseinander gezogen werden.

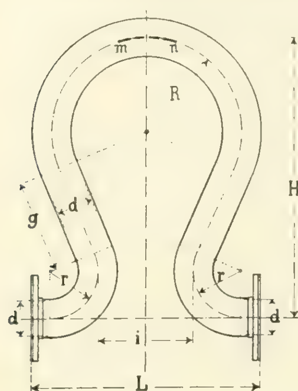


Fig. 22.

Tabelle 13.

Abmessungen lyraförmiger **Federrohre** mit geraden Zwischenstücken für Rohre von 30 bis 300 mm Drm. und Federungen von 40 bis 120 mm.

Ganze Federung mm		Lichte Rohrweite															
		30	40	50	60	70	80	90	100	125	150	175	200	225	250	275	300
	L	500	550	600	700	750	800	900	950	1050	1150	1250	1300	1350	1400	1450	1500
	r	100	120	150	175	200	225	250	275	300	335	375	375	375	375	375	375
	R	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	525	600	675	750	825	900
	i	145	160	175	190	205	220	235	250	300	325	350	400	457	425	512	550
40	H	760	810	890	965	1025	1115	1200	1280	1355	1450	-	—	—	—	—	—
60	H	955	1000	1060	1115	1150	1235	1295	1365	1435	1520	1650	1780	1935	2075	2215	2370
80	H	1180	1215	1280	1330	1350	1405	1460	1515	1580	1650	1765	1865	2010	2145	2265	2410
100	H	1410	1450	1500	1540	1550	1610	1660	1710	1770	1850	1950	2010	2130	2250	2355	2470
120	H	1655	1690	1745	1775	1800	1845	1885	1925	1970	2040	2115	2195	2300	2400	2490	2620

Festigkeit. Siehe Metalle S. 65.

Flanschen. Lose Flanschen von Eisen. Die Normalien für eiserne Flanschen, vom »Verein deutscher Ingenieure« festgesetzt, beginnen erst für Rohre von 40 mm l. W. und lehren nur die Maße in Abständen von 10 zu 10 resp. 25 zu 25 mm; aber oft sind auch die zwischen diesen Maßen liegenden Flanschen erforderlich.

Die Tabelle 14 gibt daher auch für die in jenen Normalien fehlenden Größen die Abmessungen und zeigt bei einigen eine größere Zahl von Schrauben, was sich für die schmiedeeisernen, dünneren Flanschen als zweckmäßig erwiesen hat. Sie lehrt auch die lichte Weite dieser eisernen losen Flanschen, die hinter kupfernen Bordscheiben (Fig. 1 und 2) angeordnet werden, sowie deren Gewichte pro 1 Paar.

Tabelle 14.

Maße und Gewichte loser eiserner **Flanschen** für Rohre mit aufgelöteten Bordscheiben.

Lichte Weite des Rohres d	Lichte Weite des Flansches	Äußerer Drm. d. Flansch. D	Dicke	Lochkreis	Schraubenstärke	Schraubenzahl	Gewicht von 1 Paar kg	Lichte Weite des Rohres d	Lichte Weite des Flansches	Äußerer Drm. d. Flansch. D	Dicke	Lochkreis	Schraubenstärke	Schraubenzahl	Gewicht von 1 Paar kg
10	20	65	10	45	12	3	0,45	210	235	360	23	310	21	8	19.97
15	25	80	10	57	12	3	0,68	215	240	365	23	315	21	8	20.31
20	30	90	10	65	12	4	0,85	220	245	370	23	320	21	10	20,66
25	40	100	10	74	15	4	0.99	225	250	375	23	325	21	10	20.96
30	45	110	10	84	15	4	1,19	230	255	380	23	330	21	10	21.20
35	50	120	10	94	15	4	1.40	235	260	385	23	335	21	10	21.65
40	55	130	12	100	15	4	1,97	240	265	390	23	340	21	10	22.02
45	60	140	12	111	15	4	2,26	245	270	395	23	345	21	10	22,33
50	65	150	13	118	18	4	2,81	250	275	400	23	350	21	10	22,67
55	70	160	13	128	18	4	3,18	255	280	405	23	355	21	10	23,08
60	75	165	13	133	18	4	3,31	260	285	410	23	360	21	10	23.39
65	80	170	13	140	18	4	3,45	265	290	415	23	365	21	10	23.73
70	85	180	13	146	18	4	3,87	270	295	420	23	370	21	10	24.07
75	90	190	13	153	18	4	4,31	275	300	425	23	375	21	10	24,39
80	95	195	15	162	18	4	5.13	280	305	430	23	380	21	10	24.73
85	105	200	15	168	18	4	5,30	285	310	435	23	385	21	10	25.10
90	110	210	15	173	18	4	5.65	290	315	440	23	390	21	10	25.40
95	115	220	15	178	18	4	6.21	295	320	445	23	395	21	10	25,71
100	120	230	16	185	21	4	7,05	300	330	450	25	400	21	12	27,53
105	125	235	16	190	21	4	7,25	305	335	455	25	410	21	12	27.93
110	130	240	16	195	21	4	7,42	310	340	460	25	415	21	12	28.28
115	135	245	16	200	21	4	7,63	315	345	470	25	420	21	12	30,00
120	140	250	18	205	21	6	9,13	320	350	480	25	425	21	12	31,76
125	145	260	18	210	21	6	9,88	325	355	490	25	435	24	12	33.60
130	150	265	18	215	21	6	10,15	330	360	500	25	440	24	12	35.43
135	155	270	20	220	21	6	11,52	335	365	505	25	445	24	12	35.89
140	160	275	20	225	21	6	11.76	340	370	510	25	450	24	12	36,30
145	165	280	20	230	21	6	12.06	345	375	515	25	455	26	12	36.71
150	170	290	20	240	21	6	12,99	350	380	520	25	465	26	12	37,09
155	175	295	20	245	21	6	13,29	355	385	525	25	470	26	12	37.50
160	180	300	20	250	21	8	13.59	360	390	530	25	475	26	12	37,95
165	185	305	20	255	21	8	13.86	365	395	535	25	480	26	12	38.36
170	190	310	20	260	21	8	14.10	370	400	540	25	485	26	14	38,74
175	195	320	20	270	21	8	15.18	375	405	550	25	495	26	14	40.80
180	200	325	20	275	21	8	15.45	380	410	555	25	500	26	14	41.20
185	205	330	20	280	21	8	15.75	385	415	560	25	505	26	14	41.55
190	210	335	20	285	21	8	16,05	390	420	565	25	510	26	14	42.03
195	215	340	20	290	21	8	16.35	395	425	570	25	515	26	14	42.52
200	220	350	20	300	21	8	17.45	400	430	575	25	520	26	14	42,92
205	225	355	20	305	21	8	17,79	405	435	580	25	525	26	14	43.35

Fortsetzung von Tab. 14. (**Eisenflanschen**).

Lichte Weite des Rohres d	Lichte Weite des Flansches	Äußerer Drm. d. Flansch. D	Dicke	Lochkreis	Schraubenstärke	Schraubenzahl	Gewicht von 1 Paar kg	Lichte Weite des Rohres d	Lichte Weite des Flansches	Äußerer Drm. d. Flansch. D	Dicke	Lochkreis	Schraubenstärke	Schraubenzahl	Gewicht von 1 Paar kg
410	440	585	25	530	26	14	43.76	460	490	640	25	580	26	14	49.95
415	445	590	25	535	26	14	44.11	465	495	645	25	585	26	14	50,36
420	450	595	25	540	26	14	44.62	470	500	650	25	590	26	14	50.81
425	455	600	25	545	26	14	45,00	475	505	655	25	600	26	14	51,26
430	460	605	25	550	26	14	45,52	480	510	660	25	605	26	14	51,71
435	465	610	25	560	26	14	45.90	485	515	665	25	610	26	14	51,75
440	470	615	25	565	26	14	46.35	490	520	670	25	615	26	14	52,61
445	475	620	25	570	26	14	46,76	495	525	675	25	620	26	14	53.02
450	480	630	25	570	26	14	48.35	500	530	680	25	625	26	14	53,47
455	485	635	25	575	26	14	49.50								

Die lichte Weite eiserner Flanschen, die hinter hart aufgelötete **Ringe** (Fig. 3 und 4) gesteckt werden, ist gleich dem äußeren Rohrdurchmesser + 3 mm. Ihr Gewicht ist etwas größer als das in Tabelle 14 angegebene.

Die von dem »Verein deutscher Ingenieure« festgesetzten Abmessungen der losen Flanschen aus Stahlguß in Rohrleitungen für hohe Dampfspannungen von 8—20 Atm. finden sich in Tabelle 15.

Tabelle 15.

Abmessungen der losen **Stahlgußflanschen** bei Rohren für innere Drucke von 8—20 Atm. nach den Normalien des »Vereins deutscher Ingenieure«.

Rohr-Drm. d	Äußerer Flanschen-Drm. D	Dicke s	Schrauben Anzahl	Schrauben Drm.	Rohr-Drm. d	Äußerer Flanschen-Drm. D	Dicke s	Schrauben Anzahl	Schrauben Drm.
30	125	16	6	1/2″	175	330	37	10	7/8″
40	140	17	6	1/2″	200	360	40	12	7/8″
50	160	18	6	5/8″	225	390	42	12	1″
60	175	19	6	5/8″	250	420	45	12	1″
70	185	20	6	5/8″	275	450	48	14	1″
80	200	22	6	3/4″	300	480	50	16	1″
90	220	23	6	3/4″	325	520	52	16	1 1/8″
100	240	24	6	3/4″	350	550	55	16	1 1/8″
125	270	28	8	3/4″	375	580	58	18	1 1/8″
150	300	32	8	7/8″	400	605	60	20	1 1/8″

Große Flanschringe siehe S. 20 und 21.

Gasrohre. Siehe Seite 15.

Gewichte der Bleche Seite 1; der Kupferböden Seite 10—11; der Kupfernieten Seite 28; der Kupferrohre Seite 57; der Messingrohre Seite 66; der Schrauben Seite 84; der Winkeleisen Seite 97.

Kitt. a) Mennigekitt gegen Dampf. Erhärtet langsam. In der Wärme schneller. Bei großen Verschraubungen mit Hanf und Bindfaden befestigt (Fig. 15). 60 kg Bleiweiß, 30 kg Bleimennige, 10 kg Silberglätte, 5 Liter Firnis zu einem steifen, plastischen Brei geklopft.

b) Glyzerinkitt. Sehr gut gegen Laugen, Säuren, Petroleum. Silberglätte und ziemlich wasserfreies Glyzerin zu einer konsistenten Masse gut gemischt, oder 1 Gewichtsteil Mennige + 2 Gewichtsteile Bleiweiß mit Glyzerin geklopft: erhärtet sehr schnell.

Man braucht für 1 m Verpackung 2,2 bis 3,2 kg Kitt. Die spezifischen Gewichte sind die folgenden:

Silberglätte . .	9,3	Salmiak	1,53
Bleiweiß . . .	6,7	Firnis	0,88
Mennige . . .	8,6—9,1	Glyzerin	1,26.

c) Eisenkitt. 98 Gewichtsteile Eisenfeilspäne, 1 Teil Schwefelblumen, 1—2 Teile Salmiak mit Wasser bis zur breiartigen Masse angerührt. Man darf einige Tropfen Schwefel- oder Essigsäure hinzutun. Muß gleich nach Herstellung verbraucht werden.

Kniee. a) Knie oder Bogen aus Eisen.

Für **patent (überlappt) geschweißte** Rohre seien die kleinsten Radien:

beim äußeren Drm.	d =	38	44,5	54	63,5	70	83	95	108 mm
kalt gebogen . .	r =	170	185	300	360	400	500	600	700 „
warm gebogen .	r =	120	150	190	230	260	320	400	450 „

Gasrohre (stumpf geschweißte) vertragen solch enge Biegungen nicht, weil sie leicht platzen; ihre Biegungs-Radien müssen wenigstens $1^1/_2$ mal so groß sein.

Rohre von dickerer Wand, überlappt geschweißt und solide gezogene Stahlrohre kann man im Notfalle noch etwas enger krümmen. Es ist aber immer sicherer, die Radien etwas größer als hier angegeben zu wählen.

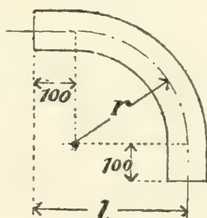


Fig. 23.

b) Knie oder Bogen aus Kupfer.

1. Gebogene Kniee. Die Bruchdehnung des Kupfers liegt zwischen 15 % und 37 %. Man darf annehmen, daß bei einem gebogenen Kupferrohr die Außenkante sich reichlich um so viel ausgedehnt hat, wie die Innenkante sich zusammendrückte. Die Mittellinie verändert ihre Lage nur sehr wenig. Die Außenkante dehnt sich im Verhältnis $\frac{d}{2 \cdot r}$ aus. Dies Verhältnis muß also immer kleiner

Tabelle 16.

Abmessungen und Gewichte eiserner **Verschraubringe** für Gefäße

Gefäß-Drm. d	Druck auf den Querschnitt bei 1 Atm.	1/2 Atm. Schrauben Stärke	1/2 Atm. Schrauben Zahl	1/2 Atm. Eisenstärke	1/2 Atm. Gewicht ohne Schrauben	1 Atm. Schrauben Stärke	1 Atm. Schrauben Zahl	1 Atm. Eisenstärke	1 Atm. Gewicht ohne Schrauben	2 Atm. Schrauben Stärke	2 Atm. Schrauben Zahl	2 Atm. Eisenstärke	2 Atm. Gewicht ohne Schrauben
300	706	1/2"	14	50/10	8,7	1/2"	14	55/13	12,0	5/8"	12	60/15	15,0
325	830	1/2"	16	„	9,5	1/2"	16	„	13,4	5/8"	14	„	16,0
350	962	1/2"	16	„	10,2	1/2"	16	„	14,0	5/8"	14	„	17,8
375	1 105	1/2"	16	„	10,7	1/2"	16	„	15,0	5/8"	16	„	18,2
400	1 256	5/8"	16	55/13	15,5	5/8"	16	60/13	16,0	5/8"	16	„	19,3
425	1 418	5/8"	18	„	16,3	5/8"	18	„	17,0	5/8"	18	„	20,2
450	1 590	5/8"	18	„	17,2	5/8"	18	„	18,0	5/8"	18	„	21,1
475	1 772	5/8"	18	„	18,2	5/8"	18	„	18,5	5/8"	20	„	22,4
500	1 964	5/8"	20	„	19,0	5/8"	20	„	19,0	5/8"	20	65/15	25,5
550	2 376	5/8"	20	„	20,5	5/8"	20	„	21	5/8"	24	„	27,9
600	2 827	5/8"	24	60/13	26,0	5/8"	24	65/15	29	5/8"	24	„	29
650	3 318	5/8"	24	„	26,9	5/8"	24	„	31	5/8"	28	„	29
700	3 848	5/8"	28	„	28,9	5/8"	28	„	33	5/8"	28	„	33
750	4 418	5/8"	28	„	30,7	5/8"	28	„	36	5/8"	32	„	36
800	5 026	5/8"	28	„	32,6	5/8"	28	„	40	5/8"	36	„	37
850	5 675	5/8"	32	„	34,5	5/8"	32	„	42	3/4"	32	72/15	46
900	6 362	5/8"	32	„	37,8	5/8"	32	„	44	3/4"	32	„	48
950	7 088	5/8"	36	„	38,8	5/8"	36	„	46	3/4"	36	„	51
1000	7 850	5/8"	36	65/15	43,5	3/4"	36	72/15	52	3/4"	40	78/20	75
1100	9 503	3/4"	40	„	55,0	3/4"	40	„	57	3/4"	44	„	82
1200	11 310	3/4"	44	„	60,0	3/4"	44	„	63	3/4"	48	„	90
1300	13 270	3/4"	48	„	66,7	3/4"	48	„	68	3/4"	52	„	100
1400	15 393	3/4"	52	„	69,0	3/4"	52	„	72	3/4"	56	„	110
1500	17 672	3/4"	56	72/15	79,8	3/4"	56	85/20	120	7/8"	56	85/20	120
1600	20 106	3/4"	58	„	187,4	3/4"	58	„	130	7/8"	58	„	130
1700	22 698	3/4"	60	„	192	3/4"	60	„	140	7/8"	60	„	140
1800	25 447	3/4"	64	„	106	3/4"	64	„	145	7/8"	64	„	145
1900	28 352	3/4"	64	„	110	3/4"	64	„	150	7/8"	68	„	150
2000	31 416	7/8"	72	85/18	156	3/4"	72	92/20	175	7/8"	80	92/20	175
2100	34 636	7/8"	76	„	162	7/8"	76	„	180	7/8"	84	„	180
2200	38 010	7/8"	80	„	273	7/8"	80	„	190	7/8"	88	„	190
2300	41 547	7/8"	84	„	279	7/8"	84	„	210	7/8"	92	„	210
2400	45 239	7/8"	88	„	204	7/8"	88	„	215	1"	88	98/23	250
2500	49 087	7/8"	88	92/20	235	7/8"	88	98/23	260	1"	92	„	255
2600	53 092	7/8"	96	„	244	7/8"	96	„	270	1"	92	„	265
2700	57 255	7/8"	100	„	254	7/8"	100	„	280	1"	100	„	275

Tabelle 16.

von 300 bis 2700 mm Drm. bei innerem Drucke von 1/2 bis 6 Atm.

3 Atm.				4 Atm.				5 Atm.				6 Atm.			
Schrauben Stärke	Schrauben Zahl	Eisenstärke	Gewicht ohne Schrauben	Schrauben Stärke	Schrauben Zahl	Eisenstärke	Gewicht ohne Schrauben	Schrauben Stärke	Schrauben Zahl	Eisenstärke	Gewicht ohne Schrauben	Schrauben Stärke	Schrauben Zahl	Eisenstärke	Gewicht ohne Schrauben
5/8″	12	60/15	15,0	5/8″	14	65/15	16,6	3/4″	12	72/15	19,0	3/4″	12	72/15	19,0
5/8″	14	„	16,0	5/8″	14	„	17,7	3/4″	14	„	20,2	3/4″	14	„	20,2
5/8″	14	„	17,8	5/8″	16	„	18,9	3/4″	14	„	21,3	3/4″	14	„	21,3
5/8″	16	„	18,2	5/8″	16	„	20,0	3/4″	16	„	22,7	3/4″	16	„	22,7
5/8″	18	„	19,3	3/4″	16	72/15	23,9	3/4″	16	„	23,7	7/8″	16	78/20	35,0
5/8″	18	„	20,2	3/4″	16	„	25,0	3/4″	16	„	25,0	7/8″	18	„	36,5
5/8″	18	65/15	23,1	3/4″	16	„	26,4	3/4″	18	„	26,4	7/8″	18	„	38,7
5/8″	20	„	24,5	3/4″	18	„	27,6	3/4″	20	„	27,6	7/8″	20	„	40,5
5/8″	22	„	25,2	3/4″	20	„	29,0	3/4″	22	„	29,0	7/8″	20	„	42,0
5/8″	24	„	27,9	3/4″	20	„	31,1	3/4″	22	„	31,1	7/8″	20	„	45,8
3/4″	24	72/15	30,1	3/4″	24	78/20	49	7/8″	24	78/20	49	7/8″	24	„	49
3/4″	24	„	32,0	3/4″	28	„	52	7/8″	24	„	52	7/8″	28	„	52
3/4″	28	„	34,5	3/4″	28	„	56	7/8″	28	„	56	7/8″	30	85/20	61
3/4″	28	„	37	3/4″	32	„	60	7/8″	28	„	60	7/8″	32	„	66,2
3/4″	32	78/20	50	3/4″	36	„	63,2	7/8″	32	85/20	71	7/8″	36	„	70
3/4″	36	„	52	7/8″	32	85/20	74	7/8″	36	„	73	1″	32	98/23	97
3/4″	36	„	56	7/8″	32	„	78	7/8″	38	„	77	1″	32	„	101
3/4″	40	„	60	7/8″	36	„	82	1″	36	98/23	106	1″	36	„	106
7/8″	36	85/20	86	7/8″	40	„	85	1″	36	„	110	1″	40	„	109
7/8″	40	„	90	7/8″	44	„	88	1″	40	„	122	1″	44	„	121
7/8″	44	„	110	7/8″	50	„	105	1″	44	„	134	1″	52	„	132
7/8″	52	„	115	1″	52	98/23	131	1 1/8″	48	110/25	196	—	—	—	
7/8″	56	„	120	1″	52	„	141	1 1/8″	52	„	208	—	—	—	—
1″	56	92/20	135	1″	60	„	161	1 1/8″	56	„	220	—	—	—	—
1″	58	„	142	1″	66	„	171	1 1/8″	60	„	236	—		—	—
1″	60	„	150	1″	60	„	181	1 1/8″	60	„	248	—	—	—	—
1″	64	„	160	1″	74	„	191	—	—	—	—	—	—	—	—
1″	70	„	170	9/8″	64	110/25	252	—	—	—	—	—		—	—
1″	80	98/23	210	9/8″	72	„	263	—	—	—	—	—	—	—	—
1″	80	„	220	9/8″	80	„	278	—	—	—	—	—	—	—	—
1″	90	„	230	9/8″	90	„	281	—	—	—	—	—	—	—	—
1″	94	„	235	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—
9/8″	84	110/25	298	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9/8″	92	„	337	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9/8″	92	„	351	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9/8″	100	„	363	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

sein als $\frac{15}{100}$ resp. $\frac{37}{100}$. Hieraus ergibt sich der zulässige Radius der Bogen: er sei normal r = 4 d, besser noch größer. Nur im Notfall darf man auf r = 2 d herabgehen. Die normale Schenkellänge sei l = 4 d + 100.

Bogen, die in 3 — 4 — 5 m langen Rohren ausgeführt werden, können dieselben Krümmungsradien erhalten; besser ist es, aus mehreren Gründen die Radien größer zu wählen. Rohre ohne Lötnaht biegen sich angenehmer und sicherer als solche mit Lötnaht. Die Lötnaht des Rohres soll immer parallel der Mittellinie an der Seite, nie im kleinsten oder größten Radius liegen.

Die Tabelle 17 zeigt für Rohre von 25—300 mm Durchmesser den Radius r, die Schenkellänge l und das Gewicht des Bogens bei 1 mm Stärke.

Tabelle 17.

Abmessungen gebogener kupferner **Kniee** (Fig. 23).

Rohrweite d	Radius r	Schenkellänge l	Gewicht bei 1 mm Dicke kg	Rohrweite d	Radius r	Schenkellänge l	Gewicht bei 1 mm Dicke kg
25	100	200	0,300	130	520	620	3.84
30	120	220	0,405	140	560	660	4.37
35	140	240	0.530	150	600	700	4.95
40	160	260	0,671	160	640	740	5.55
45	180	280	0.763	170	680	780	6.19
50	200	300	0,843	180	720	820	6.89
55	220	320	0.983	190	760	860	7.60
60	240	340	1.036	200	800	900	8.42
65	260	360	1,238	210	840	940	9.19
70	280	380	1,459	220	880	980	9.98
75	300	400	1,604	230	920	1020	10.89
80	320	420	1,825	240	960	1060	11.59
85	340	440	2,000	250	1000	1100	12.51
90	360	460	2,180	260	1040	1140	13.46
95	380	480	2,391	270	1080	1180	14.47
100	400	500	2,610	280	1120	1220	15.49
110	440	540	3,029	290	1160	1260	16.57
120	480	580	3,544	300	1200	1300	17.69

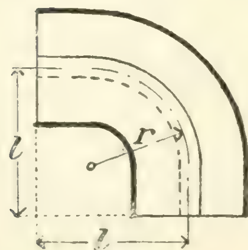


Fig. 24.

2. Aus 2 Teilen getriebene und gelötete Kniee. Diese Kniee können kleinere Radien bekommen. Es sei r = 1,4 d oder größer. Die Schenkellänge wenigstens l = 1,4 d + 100 mm. Das Blech für den inneren Teil werde mindestens 0,5 mm stärker bestellt, als es fertig werden soll, und auch 15 mm breiter, weil es durch die Bearbeitung dünner wird und sich auch oft etwas kürzt. Seine Länge sei 30—80 mm größer, als der innere Radius ergibt. Das äußere Blech werde bestellt so dick, wie es werden

soll, so lang, wie der äußere Radius ergibt, und so breit, wie der halbe mittlere Umfang + Naht erfordert. Für diese Verhältnisse gilt die Tabelle 18.

Tabelle 18.

Abmessungen der Bleche für getriebene Kniee (Fig. 24).

Lichte Weite d	Mittlerer Radius r	Schenkellänge l	Inneres Blech Länge	Inneres Blech Breite	Äußeres Blech Länge	Äußeres Blech Breite
200	280	380	565	350	830	340
225	315	415	595	390	915	380
250	350	450	645	435	990	425
275	385	485	675	475	1070	460
300	420	520	720	515	1150	500
325	455	555	760	550	1210	540
350	490	590	805	590	1282	580
375	525	625	840	630	1360	620
400	560	660	900	685	1425	655
425	595	695	935	725	1500	695
450	630	730	970	765	1580	735
475	665	765	1025	805	1665	775
500	700	800	1060	845	1740	815
525	735	835	1095	888	1815	858
550	770	870	1145	925	1900	895
575	805	905	1180	965	1975	935
600	840	940	1215	1005	2050	975
625	875	975	1265	1045	2120	1015
650	910	1010	1300	1080	2210	1050
675	945	1045	1335	1125	2290	1095
700	980	1080	1400	1155	2350	1135

Kolophonium. 1 Liter wiegt 1,07 kg es schmilzt bei 135° C und siedet bei 200° C.

Kompensationsrohr. Siehe Federrohr Seite 16.

Kreis-Umfang und Inhalt. Siehe Tabelle am Ende des Buches.

Kugel. a) Der Inhalt der Kugel ist (Tabelle 19):

$$J = \frac{4}{3} r^3 \pi = \frac{1}{6} d^3 \pi \tag{12}$$

b) Die Oberfläche der Kugel ist:

$$O = 4 r^2 \pi = \pi \cdot d^2 \tag{13}$$

c) Die Wandstärke **kupferner** Kugeln für **inneren** Druck:

$$s = \frac{p \cdot r}{200 \cdot k} \tag{14}$$

darin:

k = 2,5 (sofern die Temperatur 160° nicht übersteigt).

Nach dieser Formel sind die Wandstärken der Tabelle 19 berechnet, aber für ganz kleine Kugeln und geringen Druck sind die Wandstärken darin schon etwas vergrößert.

Aus praktischen Gründen muß man die Wandstärken, namentlich bei kleineren Durchmessern und Drucken, etwas größer als die Tabelle angibt, wählen, und zwar bei innerem Druck von 1 Atm. um etwa 0,5, bei 2 Atm. um 1,0, bei 3 und mehr Atm. um 1,5 mm.

d) Die Wandstärke **kupferner** abgehämmerter Kugeln für **äußeren** Druck kann bestimmt werden nach der Formel:

$$s = \frac{1}{2} r \frac{0{,}025 A \cdot p + B^2 + B \sqrt{0{,}05 A \cdot p + B^2}}{A^2} \qquad (15)$$

worin:

r = Radius in mm,
p = Betriebsdruck in Atm.,
A = 25,5, B = 1,2 (siehe Tabelle 25).

Tabelle 19.

Inhalt, Wandstärke und Gewicht kupferner, hohler **Kugeln** für **inneren** Druck von 1 bis 18 Atm. Wandstärke in mm. (Formel 14.)

Drm. d mm	Inhalt J Liter	Gewicht bei 1 mm Dicke G kg	Innerer Druck in Atm. p = 1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18
			Wandstärke in mm											
100	0,50	0,28	1	1	1	1	1	1	1	1	1,2	1,4	1,6	1.8
150	1,69	0,64	1	1	1	1	1	1	1,2	1,5	1,8	2,1	2.4	2.7
200	4,16	0,75	1	1	1	1	1	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3.6
250	8,11	1,77	1	1	1	1	1,25	1.5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4.5
300	14,00	2,54	1	1	1	1,2	1,50	1,8	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8	5.4
350	22,3	3,46	1	1	1,1	1,4	1,75	2,1	2,8	3,5	4,2	4,9	5,6	6,3
400	33,3	4,53	1	1	1,2	1,6	2,00	2,4	3,2	4,0	4,8	5,6	6,4	7.2
450	37,4	5,72	1	1	1,4	1,8	2,25	2,7	3,6	4,5	5,4	6,3	7,2	8,1
500	64,9	7,07	1	1	1,5	2,0	2,50	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
550	85,7	8,54	1	1,1	1,7	2,2	2,75	3,3	4,4	5.5	6.6	7.7	8,8	9,9
600	112,3	10,18	1	1,2	1,8	2,4	3,00	3,6	4,8	6,0	7,2	8,4	9,6	10.8
650	142,7	11.98	1	1,3	2,0	2,6	3,25	3,9	5,2	6,5	7.8	9,1	10,6	11,7
700	179	13,85	1	1,4	2,1	2,8	3,50	4,2	5,6	7,0	8,4	9.8	11,2	12,6
750	219	15,90	1	1,5	2,3	3,0	3,75	4,5	6,0	7,5	9,0	10,5	12,0	13.4
800	266	18,09	1	1,6	2,4	3.2	4,00	4,8	6,4	8.0	9,6	11,2	12,8	14.4
850	321	20,42	1	1,7	2,5	3,4	4,25	5,1	6,8	8,5	10,2	11,9	13,6	15,3
900	379	22,90	1	1,8	2,7	3,6	4,50	5,4	7,2	9,0	10,8	12,6	14,4	16.2
950	445	25,51	1	1,9	2,9	3,8	4,75	5,7	7,6	9,5	11,4	13,3	15,2	17,1
1000	520	28,27	1	2,0	3,0	4,0	5,00	6,0	8.0	10,0	12,0	14,0	16,0	18.0
1050	601	31,16	1,1	2,1	3,2	4,2	5,25	6,3	8,4	10,5	12.6	14,7	16,8	18,9
1100	692	34,20	1.1	2.2	3,3	4,4	5,50	6,6	8,8	11,0	12,8	15,4	17,6	19,8
1150	790	37,39	1,2	2.3	3,5	4,6	5,75	6,9	9,2	11,5	13,2	16,1	18,4	20,7
1200	899	40,72	1.2	2,4	3,6	4,8	6,00	7,2	9,6	12,0	14,4	16,8	19,2	
1250	1015	44,10	1,3	2,5	3,8	5,0	6,25	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	

Fortsetzung von Tabelle 19. **(Kugeln.)**

Drm. d mm	Inhalt J Liter	Gewicht bei 1 mm Dicke G kg	Innerer Druck in Atm. p = 1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18
			Wandstärke in mm											
1300	1142	47,79	1,3	2,6	3,9	5,2	6,50	7,8	10,4	13,0	15,6	18,2	20,8	
1350	1279	57,50	1,4	2,7	4,0	5,4	6,75	8,1	10,8	13,5	16,2	18,9	21,6	
1400	1427	55,40	1,4	2,8	4,2	5,6	7,00	8,4	11,2	14,0	16,8	19,6	22,4	
1450	1584	59,40	1,5	2,9	4,4	5,8	7,25	8,7	11,6	14,5	17,4	20,3		
1500	1754	63,61	1,5	3,0	4,5	6,0	7,50	9,0	12,0	15,0	18,0	21,0		
1550	1936	67,93	1,6	3,1	4,7	6,2	7,75	9,3	12,4	15,5	18,6	21,7		
1600	2130	72,36	1,6	3,2	4,8	6,4	8,00	9,6	12,8	16,0	19,2	22,4		
1650	2335	76,57	1,7	3,3	5,0	6,6	8,25	9,9	13,2	16,5	19,8	23,1		
1700	2554	81,71	1,7	3,4	5,1	6,8	8,50	10,2	13,6	17,0	20,4			
1750	2680	86,58	1,8	3,5	5,3	7,0	8,75	10,5	14,0	17,5	21,0			
1800	2916	90,61	1,8	3,6	5,4	7,2	9,00	10,8	14,4	18,0	21,6			
1850	3165	97,81	1,9	3,7	5,6	7,4	9,25	11,1	14,8	18,5				
1900	3420	102,10	1,9	3,8	5,7	7,6	9,50	11,4	15,2	19,0				
1950	3707	107,50	2,0	3,9	5,9	7,8	9,75	11,7	15,6	19,5				
2000	4000	113,10	2,0	4,0	6,0	8,0	10,00	12,0	16,0	20,0				
2050	4300	118,80	2,1	4,1	6,2	8,2	10,25	12,3	16,4					
2100	4628	124,70	2,1	4,2	6,3	8,4	10,50	12,6	16,8					
2150	4920	130,60	2,2	4,3	6,5	8,6	10,75	12,9	17,2					
2200	5320	136,80	2,2	4,4	6,6	8,8	11,00	13,2	17,6					
2250	5674	143,00	2,3	4,5	6,8	9,0	11,25	13,5	18,0					
2300	6000	149,50	2,3	4,6	6,9	9,2	11,50	13,8	18,4					
2350	6480	156,10	2,4	4,7	7,1	9,4	11,75	14,1	18,8					
2400	6912	162,80	2,4	4,8	7,2	9,6	12,00	14,4	19,2					
2450	7380	169,70	2,5	4,9	7,4	9,8	12,25	14,7	19,6					
2500	7812	176,70	2,5	5,0	7,5	10,0	12,50	15,0	20,0					
2550	8282	183,80	2,6	5,1	7,7	10,2	12,75	15,3	20,4					
2600	8788	190,80	2,6	5,2	7,8	10,4	13,00	15,6	20,8					
2650	8940	198,50	2,7	5,3	8,0	10,6	13,25	15,9						
2700	9840	205,90	2,7	5,4	8,1	10,8	13,50	16,2						
2750	10360	213,70	2,8	5,5	8,3	11,0	13,75	16,5						
2800	10976	221,40	2,8	5,6	8,4	11,2	14,00	16,8						
2850	11600	229,30	2,9	5,7	8,6	11,4	14,25	17,1						
2900	12192	237,80	2,9	5,8	8,7	11,6	14,50	17,4						
2950	12600	246,00	3,0	5,9	8,9	11,8	14,75	17,7						
3000	13500	254,40	3,0	6,0	9,0	12,0	15,00	18,0						
3050	14200	259,40	3,1	6,1	9,2	12,2	15,25	18,3						
3100	14896	271,40	3,1	6,2	9,3	12,4	15,50	18,6						
3150	15600	282,20	3,2	6,3	9,5	12,6	15,75	18,9						
3200	16384	289,40	3,2	6,4	9,6	12,8	16,00	19,2						
3250	17160	298,50	3,3	6,5	9,8	13,0	16,25	19,5						
3300	17968	307,80	3,3	6,6	9,9	13,2	16,50	19,8						

Es ist dabei aber angenommen, daß alle Kupfergefäße, welche Druck auszuhalten haben, hart abgehämmert werden. Nicht gehämmertes Kupfer ist nicht steif, sondern biegsam, weich und gegen Druck ganz ungemein widerstands**un**fähig. Konstruktionen aus Kupfer sollten stets so angegeben werden, daß das Abhämmern auch ausführbar bleibt.

Kupfer. Siehe Metalle Seite 65.

Kupfergefäße. 1. Cylindrische **Wände** (Mäntel oder Zargen).

a) Die Verbindung der cylindrischen kupfernen Gefäßwände kann auf folgende Arten hergestellt werden:

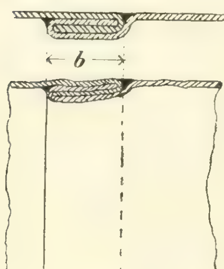


Fig. 25.

Fig. 25 Falznaht für Bleche von 0,75—2,5 mm Stärke. — Wenn die zusammenliegenden Blechteile mit Zinn gut verlötet sind, so ist die Naht fast so dicht und fest wie das Blech selbst. — Nicht verlötet hat sie nur sehr geringe Festigkeit und ist nur für ganz kleine Drucke dicht.

Für Blechstärken s sei das Maß b:

s =	0,75	1	1,5	2	2,5	mm,
b =	6	10	12	15	15	„

Fig. 26 und 27. Einfache und doppelte Nietnaht für Bleche von 1 bis 6 mm Dicke. Die Dichtung wird durch gute Zinnverlötung bewirkt und dann ist ihre Festigkeit und Dichtung fast gleich der des Bleches; unverlötet ist die einfache Naht kaum dicht zu bekommen, aber wohl die doppelte für nicht zu große Drucke und Vakuum. Die Nietteilung muß dann aber klein und die Verstemmung bei a sorgfältig sein.

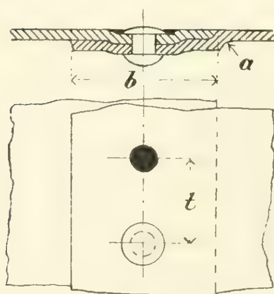


Fig. 26.

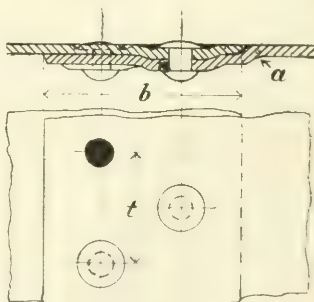


Fig. 27.

Die Breite der Naht für einfache Nietreihe sei b = 40 bis 50 mm, für doppelte b = 50 bis 60 mm.

Es sei bei Blechdicken von	s =	1	2	3	4	5	6 mm,
die Nietstärke	d =	4	4	5	6	7	8 „
die Teilung	t =	30	35	40	45	50	50 „

Die Niete dienen dabei oft mehr zum Zusammendrücken der Bleche vor dem Löten als zum Dichten.

Die Setzköpfe der Nieten, die für diese Nietart verwendet werden, sind flach gewölbt und zwar entweder auf der Schaftseite fast flach und oben gewölbt (Fig. 28) oder auf der Schaftseite gewölbt und oben flach (Fig. 29) oder endlich beiderseits gewölbt (Fig. 30). Die letzte Form ist die beste. Die kleineren Sorten dieser Art werden als sogenannte gepreßte Niete im Handel geführt.

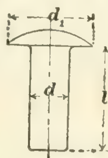


Fig. 28.

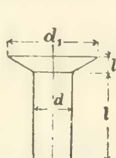


Fig. 29.

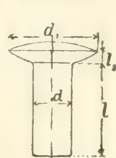


Fig. 30.

Fig. 30.						
	Schaftdurchmesser . d =	5	6	7	8	9 mm
	Schaftlänge . . . l =	13,5	15	16	19	20 „
	Gewicht von 100 St.	0,45	0,8	1,1	1,2	2,5 kg

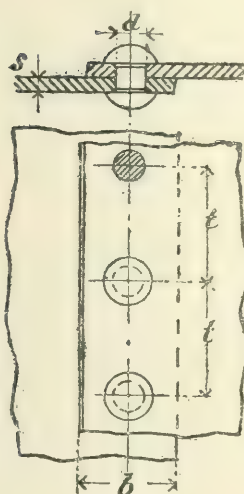


Fig. 31.

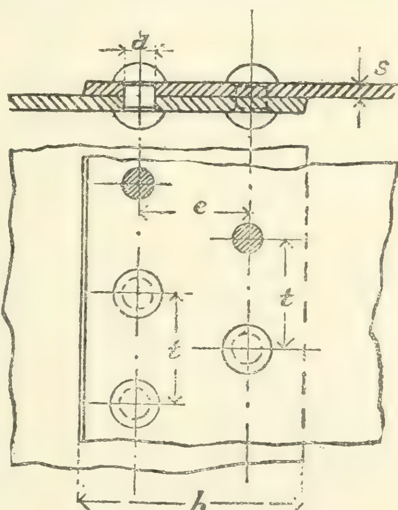


Fig. 32.

Fig. 31 und 32. Verstemmbare einfache und doppelte Nietnaht ohne Verlötung für Bleche von 8—25 mm. Die Blechstärke muß so groß sein, daß die Naht dem beabsichtigten Druck oder Zug widersteht. Die Naht ist aber immer schwächer als das volle Blech.

Wird dies Verhältnis der Nahtfestigkeit zur Blechfestigkeit $\varphi = 0{,}6$ angenommen, so muß also die Blechstärke $\frac{1}{0{,}6} = 1{,}66$ mal so groß sein, als wenn die Naht so fest wie das Blech wäre.

Tabelle 20.

Abmessungen der einreihigen **kupfernen Nietnaht** (Fig. 31).

Blechstärke s	Nietdurchmesser d	Teilung t	Nahtbreite b	Reibungswiderstand pro 1 Niet kg	Nahtfestigkeit: Blechfestigkeit φ	Nietschaftlänge l	Gewicht von 2 Nietköpfen kg	Nietenanzahl pro 1 m	Gewichtszuschlag pro 1 m kg
5	11	30,0	33	380	0,60	32	0,017	33,3	2,05
6	13	35,0	39	528	0,62	38	0,025	28,6	2,83
7	15	40,0	45	644	0,62	44	0,037	25,0	3,76
8	16	41,0	48	804	0,61	48	0,045	24,4	4,55
9	17	42,0	51	904	0,60	52	0,055	23,8	5,45
10	18	43,0	54	1016	0,58	56	0,064	23,0	6,54
11	19	45,0	57	1132	0,57	60	0,074	22,2	7,27
12	20	46,0	60	1256	0,56	64	0,086	21,8	8,28
13	21	48,0	63	1374	0,55	68	0,100	20,4	9,47
14	22	50,0	66	1520	0,55	72	0,120	20,0	10,72
15	23	51,0	69	1660	0,54	76	0,130	19,6	12,95
16	24	52,0	72	1808	0,54	80	0,145	19,25	14,28
17	25	54,0	75	1960	0,53	84	0,160	18,5	15,72
18	26	55,5	78	2180	0,53	88	0,175	18,0	17,19
19	27	58,0	81	2288	0,52	92	0,196	17,25	18,80

Tabelle 21.

Abmessungen der zweireihigen **kupfernen Nietnaht** (Fig. 32).

Blechstärke s	Nietdicke d	Teilung t	Überlappung b	Entfernung e	Reibungswiderstand pro 1 Niet kg	Nahtfestigkeit: Blechfestigkeit φ	Nietschaftlänge l	Gewicht von 2 Nietköpfen kg	Nietenanzahl pro 1 m	Gewichtszuschlag pr. 1 m Naht kg
5	10	37,0	47	17	314	0,73	30	0,015	54,0	2,93
6	12	45,0	57	21	452	0,73	36	0,024	44,4	4,14
7	14	52,5	67	25	616	0,73	42	0,032	38,1	5,44
8	15	53,5	75	30	716	0,72	46	0,037	37,4	6,78
9	16	55,0	79	31	804	0,71	50	0,045	36,4	8,03
10	17	56,5	83	32	904	0,70	54	0,055	35,4	10,21
11	18	58,5	87	33	1016	0,71	58	0,064	34,2	10,78
12	19	60,5	91	34	1132	0,68	62	0,074	33,2	12,27
13	20	62,0	95	35	1256	0,67	66	0,086	32,3	13,88
14	21	64,0	99	36	1374	0,65	70	0,100	31,3	15,61
15	22	66,0	103	37	1590	0,66	74	0,120	30,3	17,50
16	23	68,0	107	38	1660	0,66	78	0,130	29,5	19,30
17	24	70,0	111	39	1808	0,65	82	0,145	28,6	21,13
18	25	72,0	116	40	1960	0,65	86	0,160	27,7	23,22
19	26	74,5	120	42	2180	0,65	90	0,175	26,8	26,05
20	27	77,0	125	44	2288	0,65	94	0,196	26,0	27,90

Weil das Kupfer weicher als das Eisen ist, so bietet es beim Verstemmen nicht so viel Widerstand wie dieses. Daher ist es vorteilhaft, bei verstemmbaren Kupfernähten die Niete etwas näher aneinander zu setzen und sie ein wenig dünner zu wählen als bei Eisen, um die Naht nicht zu sehr zu schwächen. Die Setzköpfe kupferner Niete seien etwas größer als die der eisernen $d_1 = 1{,}7$ d. Sehr zweckmäßig ist der von der Firma C. Heckmann, Berlin, oft angewendete Kopf (Fig. 33).

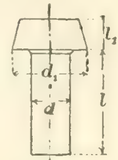


Fig. 33.

Die vorstehenden Tabellen 20 und 21 geben passende Verhältnisse kupferner Nietnähte. Das Gewicht kupferner Niete gibt nachstehende Tabelle 22.

Tabelle 22.

Gewicht von 100 Stück **Kupfernieten** (Fig. 33).

Drm.	Schaftlänge l								
d	15	20	25	30	35	40	50	60	70
5	0,70	0,75	0,85	0,9	0,93	0,95	—	—	—
6	0,75	0,85	0,94	1,2	1,45	1,70	2,0	2,3	2,5
7	0,90	1,00	1,10	1,4	1,70	2,00	2,4	2,8	3,2
8	1,00	1,30	1,70	2,2	2,30	2,50	2,8	3,4	3,8
9	1,70	2,00	2,80	3,2	2,50	3,60	4,0	4,8	5,4
10	2,20	3,00	3,80	4,3	4,60	4,70	5,2	6,2	7,0
11	—	4,20	4,80	5,3	5,70	5,80	6,4	7,6	8,7
12	—	5,20	5,70	6,2	6,60	6,90	7,6	9,0	10,4
13	—	6,00	6,60	7,2	7,60	8,00	9,0	10,4	11,0
14	—	7,00	7,60	8,1	8,50	9,00	10,0	11,8	12,7
15	—	7,70	8,50	9,1	9,80	10,50	11,3	13,2	14,4
16	—	8,10	9,00	10,0	11,00	11,90	19,5	15,0	17,0
17	—	—	—	10,5	11,60	13,80	15,0	18,0	21,0
18	—	—	—	11,0	12,20	15,00	18,0	20,0	24,0
19	—	—	—	—	13,00	16,00	21,0	23,0	27,0
20	—	—	—	—	14,00	17,00	23,0	25,0	30,0
21	—	—	—	—	16,00	19,00	24,0	27,0	31,0
22	—	—	—	—	18,00	21,00	25,0	28,0	32,0
23	—	—	—	—	—	24,00	27,0	29,0	33,0
24	—	—	—	—	—	26,00	28,0	30,0	34,0
25	—	—	—	—	—	28,00	30,0	34,0	38,0
26	—	—	—	—	—	30,00	32,0	38,0	42,0
27	—	—	—	—	—	33,00	35,0	43,0	47,0

Tabelle 23.

Wandstärke kupferner Cylinder für inneren Druck.
K = 20, x = 4,5, q = 1, q = 0,7, q = 0,6 (Formel 16).

Atm.	q	Durchmesser der kupfernen Cylindergefäße d														
		600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
1	1	1,12	1,32	1,50	1,70	1,90	2,10	2,25	2,41	2,65	2,81	3,0	3,20	3,35	3,64	3,75
	0,6	1,13	1,32	1,50	1,70	1,88	2,08	2,26	2,45	2,63	2,81	3,09	3,20	3,08	3,60	3,75
2	1	1,35	1,58	1,80	2,01	2,25	2,48	2,70	2,93	3,15	3,38	3,75	3.83	4,05	4,27	4,51
	0,7	2,00	2,25	2,60	2,90	3,21	3,55	3,90	4,20	4,50	4,83	5,36	5,47	5,78	6,11	6,43
	0,6	2,25	2,63	3,00	3,38	3,75	4,14	4,52	4,88	5,25	5,62	6,05	6,38	6,70	7,12	7,50
3	1	2,03	2,36	2,68	3,04	3,38	3,71	4,05	4,33	4,68	5,06	5,35	5,74	6,08	6,41	6,76
	0,7	2,90	3,37	3,70	4,35	4,83	5,31	5,79	6,27	6,75	7,13	7,71	8,19	8,67	9,15	9,66
	0,6	3,38	3,94	4,50	5,07	5,63	6,14	6,78	7,32	7,98	8,42	9,07	9,13	9,57	10,68	11,26
4	1	2,70	3,15	3,69	4,02	4,50	4,95	5,4	5,85	6,3	6,75	7,14	7,66	8.10	8,54	9,02
	0,7	3,86	4,50	5,14	5,79	6,43	7,07	7,72	8,35	9,0	9.64	10.28	10.93	11,57	12,22	12,86
	0,6	4,50	5,26	6,00	6,75	7,50	8,26	9,04	9,76	10,50	11,23	12,08	12,76	13,5	14,14	15,00
5	1	3,36	3,94	4,49	5,05	5,62	6,18	6,74	7,30	7,87	8,43	8,99	9,55	10,11	10,68	11,24
	0,7	4,80	5,63	6,44	7,07	8,05	8,85	9,95	10,45	11.25	12,05	12,85	13,65	14,49	15,25	16.10
	0,6	5,63	6,57	7,50	8,45	9,40	10,32	11,30	12,20	13,13	14,03	15,11	15,95	16,88	17,89	18,76
6	1	4.05	4,71	5,35	6,08	6,75	7,42	8,10	8,67	9,35	10,12	10,70	11,47	12,15	12,82	13.52
	0,7	5,78	6,75	7,71	8,68	9,64	10,63	11,56	12,53	13,49	14,46	15,42	16,40	17,35	18.33	19,29
	0,6	6,76	7,89	9,00	10,13	11.26	12,38	13,56	14,67	15,76	16,84	18,14	19,14	20,28	31,36	32,50
7	1	4,92	5,50	6.29	7,18	7,87	8,65	9.45	10,23	11,01	11,70	12,59	13,38	—		—
	0,7	6,76	7,88	9,01	10,14	11,27	12,39	13,57	14,63	15,75	16,87	17,99	19,11	20,23	21,35	22,54
	0,6	7,88	9,2	10,50	11,62	13,14	14,45	15,82	17,08	18,38	19,65	21,15	22,33	23,63	24,93	26,03
8	1	5,4	6,3	7,2	8,1	9,0	9,9	10,8	11,7	12,6	13,5	—		—	—	—
	0,7	7,71	9,0	10,28	11,57	12,86	14,14	15,22	16,70	18,0	19,28	20,55	21,85	23,14	24,43	25,71
	0,6	9,01	10,51	12,00	13,51	15,0	16,51	17,68	19,52	21.01	22,45	24,18	25,52	27,00	28,48	31,00
9	1	6,07	7,03	8,09	9,10	10,12	11,13	12,13	13,15	—	—	—	—	—	—	—
	0,7	8,69	10,14	11,59	13,04	14,49	15,93	17,37	18,81	20,25	21,69	23,13	24,57	26,01	27,45	28,98
	0,6	10,14	11,83	13,50	15,90	16,88	18,58	20,34	21,96	23,64	25,26	27,20	28,71	30,38	32,05	33.77
10	1	6,75	7,87	9,00	10,12	11,25	12,37	13,50	—	—	—	—	—	—	—	
	0,7	9,66	11,25	12,85	14,46	16,10	17,70	19,28	20,89	22,5	14,10	25,7	27,33	28,29	30,55	32,15
	0,6	11,26	13,14	15,00	16,88	18,76	20,64	22,60	24,14	26,26	28,06	30,22	31,90	33,76	35,60	
11	1	7,42	8,65	9,89	11,13	12,37	13,60	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0,7	10,62	12,40	14,17	15,94	17,71	18,47	20,21	22,98	24,75	26,51	28,27	30,06	—		
	0,6	12,39	14,45	16,50	18,57	20,64	22,70	24,82	26,54	28,88	30,87	33,24	35,00	—		
12	1	8,10	9,45	10,8	12,15	13,50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0,7	11,56	13,49	15,41	17,35	19,28	21,20	23,13	25,10	26,93	28,98	30,82	32,80	—	—	—
	0,6	13,51	15,77	18,00	20,26	22,60	24,77	27,12	29.28	31,51	33,68	36,27		—		
13	1	7,80	10,23	11,69	13,15	—	—		—	—	—	—				—
	0,7	12,53	14,62	16,72	18,80	20,89	22,98	25,06	27,16	29,23	31,33			—		
	0,6	14,64	17,03	19,5	21,95	24,4	26,83	29,38	31,72	34,14	—				—	—
14	1	9,45	11,02	12,60	14,17		—	—	—	—		—	—	—	—	—
	0,7	13,50	15,80	18,0	20,2	22,5	24,75	27	29,2	31,5	33,7	—		—	—	
	0,6	15,76	18,04	21,00	23,64	26,26	28,90	31,64	34,16	—	—	—	—	—	—	
15	1	10,15	11,83	13,52	—	—	—		—	—	—	—				
	0,7	14,49	16,90	19,32	20,70	24,15	26,55	29,85	31,35	—	—	—	—	—	—	—
	0,6	16,89	19,71	22,50	25,33	28,06	30,96	33,9	36,60		—					—

Fortsetzung von Tabelle 23.

Atm.	q	Durchmesser der kupfernen Cylindergefäße d														
		600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
16	1	10,79	12,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0,7	15,42	18,0	20,6	23,1	25,7	28,2	30,85	33,4	—	—	—	—	—	—	—
	0,6	18,02	21,03	24,00	27,01	30,22	33,02	36,16	—	—	—	—	—	—	—	—
17	0,7	16,38	19,12	21,85	24,58	27,21	29,97	32,78	—	—	—	—	—	—	—	—
	0,6	19,14	21,34	25,50	28,50	31,90	35,00	—	—	—	—	—	—	—	—	
18	0,7	17,4	20,2	23,3	26,0	28,9	31,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	0,6	20,28	23,66	27,04	30,42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
19	0,7	18,3	21,36	24,41	27,46	30,51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	0,6	21,40	25,0	28,50	32,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

Fig. 34 und 35. Überlappte und verschränkte Hartlotnaht für Bleche von 1 bis 13 mm Dicke. Beide sind gut ausgeführt, so dicht und fest wie das Blech.

Vor dem Löten werden die Blechwände nach der Kante zu verdünnt (abgezogen), damit die Naht nicht zu dick wird. Weil sich die Bleche bei der Erwärmung verbiegen (werfen) und daher die Ränder beim Löten nicht dicht aufeinander bleiben, so müssen sie durch äußere Mittel zusammengehalten werden. Dies geschieht bisweilen durch einzelne Kupfernieten, welche vorher mit reinem englischen Zinn verzinnt waren, aber da das Schlaglot nicht immer vollkommen um alle diese Nietschäfte fließt, wodurch später schwerer zu beseitigende Undichtigkeiten entstehen können, so wählt man oft die verschränkte Lötnaht, bei der die eine Blechkante in Entfernungen von 100—200 mm schränkenartig, schräg eingehauen wird und die so entstandenen Lappen dann etwas auseinander gebogen werden. Die andere gerade, zugeschärfte Blechkante wird in diese Verschränkung geschoben und die so entstandene Zusammenfügung gut zusammengehämmert. Es ist aber darauf zu achten, daß die ungedeckten Punkte an den Schränkenecken gut vollfließen, weil hier sonst leicht Lecke entstehen. Gute Hartlotnähte lassen sich austreiben (poltern) und biegen, fast so gut wie das Blech selbst.

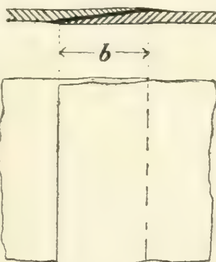


Fig. 34.



Fig. 35.

Für Blechdicken von s =	1—1,5	2—3	3,5—5	5—8	8,5—13 mm
sei die Überlappung b =	10	15	20	25	30 „

b) Die Wandstärke **kupferner** cylindrischer Gefäße mit **innerem** Druck kann bestimmt werden nach der Formel:

$$s = \frac{d \cdot p \cdot x}{200 \cdot K \cdot q} \qquad (16)$$

worin $x = 4,5-5$ (Sicherheitskoeffizient).
$K = 20-22$ bei Temperaturen bis 120° C.

Für je 20° C höhere Temperatur ist K um 1 niedriger anzunehmen.

Das Verhältnis der Festigkeit der Naht zu der des Bleches kann bei einfacher Nietnaht $\varphi = 0,6$, bei zweireihiger $\varphi = 0,7$ angenommen werden (s. Tabelle 20 und 21).

Die Tabelle 23 gibt nach dieser Formel die erforderlichen Wanddicken kupferner, genieteter, oder hart gelöteter Cylinder von 600 bis 2000 mm Durchmesser für innere Drucke von 1 bis 10 Atm. Es ist dabei aus praktischen Gründen zu empfehlen, bei kleinen Durchmessern und Drucken die Wandstärken etwas zu vergrößern.

Tabelle 24.

Wandstärke **kupferner Cylinder** von 500—3000 im Durchmesser und 500—3000 Länge für äußeren Druck von 1 Atm. (Gleichung 17).

Innerer Druck d mm	c	Länge (l) des cylindrischen Mantels zwischen den Versteifungen (mm).												
		500 s	700 s	1000 s	1200 s	1400 s	1600 s	1800 s	2000 s	2200 s	2400 s	2600 s	2800 s	3000 s
500	0,5	3,25	3,25	3,50	3,50	3,50	3,50	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75
550	—	3,25	3,50	3,50	3,50	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	4,00	4,00
600	—	3,25	3,50	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	3,75	4,00	4,00	4,00	4,25	4,25
650	—	3,50	3,75	3,75	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25
700	—	3,75	3,75	4,00	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
750	—	3,75	4,00	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,50	4,50	4,50	4,50	4,75	4,75
800	—	4,00	4,00	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,50	4,50	4,50	4,50	4,75	4,75
850	—	4,00	4,00	4,25	4,25	4,25	4,50	4,50	4,50	4,75	4,75	4,75	4,75	4,75
900	—	4,00	4,00	4,25	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,75	4,75	4,75	5,00	5,00
950	—	4,00	4,25	4,50	4,75	4,75	4,75	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,25	5,25
1000	—	4,00	4,50	4,75	4,75	5,00	5,00	5,25	5,25	5,25	5,25	5,50	5,50	5,50
1100	0,75	4,25	4,50	4,75	5,00	5,00	5,25	5,25	5,25	5,50	5,50	5,50	5,75	5,75
1200	—	4,25	4,75	5,00	5,25	5,25	5,50	5,50	5,50	5,75	5,75	5,75	6,00	6,00
1300	1,0	4,50	4,75	5,25	5,50	5,50	5,75	5,75	5,75	6,00	6,00	6,00	6,25	6,25
1400	—	4,75	5,00	5,50	5,75	5,75	6,00	6,00	6,25	6,25	6,25	6,50	6,50	6,50
1500	—	4,75	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,25	6,25	6,50	6,50	6,75	6,75	6,75
1600	1—1,25	5,00	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,50	6,50	6,75	6,75	7,00	7,00	7,00
1700	—	5,00	5,50	6,00	6,25	6,50	6,75	6,75	6,75	6,75	7,00	7,25	7,25	7,25
1800	—	5,00	5,50	6,25	6,50	6,50	6,75	7,00	7,00	7,25	7,25	7,50	7,50	7,50
1900		5,25	5,75	6,25	6,50	6,75	6,75	7,25	7,25	7,50	7,50	7,75	7,75	7,75
2000	—	5,50	6,00	6,25	6,75	7,00	7,25	7,50	7,50	7,75	8,00	8,00	8,00	8,25
2100	1,5	5,50	6,00	6,50	6,75	7,00	7,50	7,75	7,75	8,00	8,00	8,25	8,50	8,50
2200		5,50	6,25	6,75	6,75	7,25	7,75	8,00	8,00	8,25	8,25	8,50	8,75	8,75
2300	—	5,75	6,25	7,00	7,25	7,50	8,00	8,25	8,50	8,50	8,50	8,75	9,00	9,00
2400		6,00	6,50	7,25	7,50	8,00	8,25	8,50	8,75	8,75	9,00	9,00	9,25	9,25
2500	—	6,00	6,75	7,25	7,75	8,25	8,50	8,75	9,00	9,00	9,25	9,25	9,50	9,75
2600	—	6,25	7,00	7,50	8,00	8,50	8,50	9,00	9,00	9,25	9,50	9,75	9,75	10,00
2700		6,50	7,00	8,00	8,25	8,50	9,00	9,50	9,25	9,50	9,75	10,00	10,00	10,25
2800	—	6,50	7,00	8,00	8,50	9,00	9,00	9,50	9,75	10,00	10,00	10,25	10,50	10,50
2900	—	7,00	7,25	8,25	8,75	9,25	9,25	9,75	10,00	10,25	10,25	10,50	10,75	11,00
3000	—	7,00	7,25	8,50	9,00	9,50	9,50	10,00	10,00	10,50	10,75	11,00	11,00	11,25

c) Die Wandstärke **kupferner** cylindrischer Gefäße mit **äußerem** Druck kann nach der Formel bestimmt werden:

$$s = \frac{p \cdot d}{2000}\left(1 + \sqrt{1 + \frac{a}{p} \cdot \frac{l}{l + d}}\right) + c \qquad (17)$$

a = 80 bis 100,
c = 0,5 bis 1,5 (s. Tabelle 24).

2. Die **Böden** der runden kupfernen Gefäße.

a) Art und Form der Böden. Die Böden dieser Gefäße können flach oder nach außen oder nach innen gewölbt sein (Fig. 36–39).

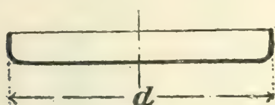


Fig. 36.

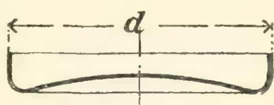


Fig. 37.

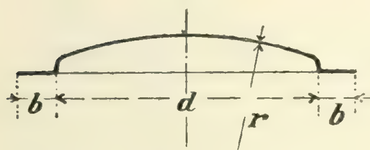


Fig. 38.

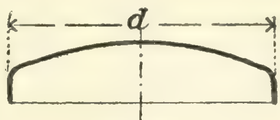
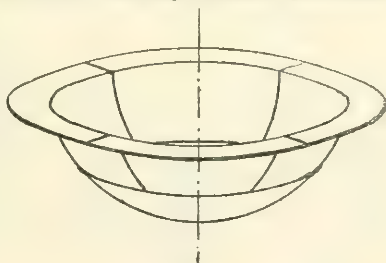


Fig. 39.

Die Böden an kupfernen Kesseln sind meistens gewölbt. Flache Böden widerstehen nur sehr geringem Druck und werden fast nur als unterer Abschluß von Gefäßen, die auf Unterlagen stehen, gebraucht.

Sehr große flache oder getiefte Böden können aus mehreren Stücken zusammengesetzt werden. Bis zu 13 mm Stärke kann dies durch harte Lötung (Messinglot, Schlaglot) geschehen. Diese können, dickere müssen aus überlappt oder mit Laschen zusammengenieteten Teilen hergestellt werden.


Fig. 40.

Haben die gewölbten Böden keinem nennenswerten Druck zu widerstehen, so ist es ganz zweckmäßig, ihre Höhe oder Tiefe h = 0,1 d, d. h. = 0,1 des Durchmessers zu machen. Ihr Radius ist dann: r = 1,3 d.

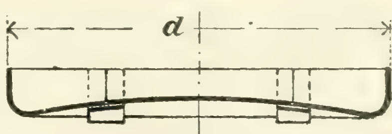


Fig. 41.

Gewölbte Böden für größeren Druck wölbe man nach kleinerem Radius, der höchstens gleich dem Gefäßdurchmesser ist, r = d; die Höhe oder Tiefe ist dann: h = 0,134 d.

Doppelböden (Fig. 42), die meistens zur Dampfheizung benutzt werden, macht man tiefer, im Maximum als Halbkugeln. Da tiefe Böden durch den Prozeß der Herstellung immer eine ungleiche

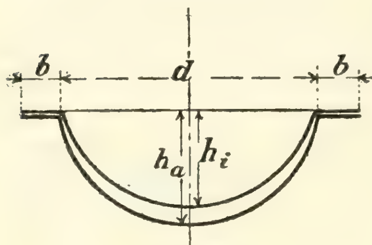


Fig. 42.

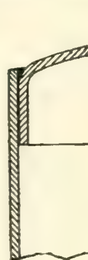


Fig. 43.



Fig. 44.

Wandstärke erhalten, welche Ungleichheit mit der Tiefe zunimmt, so sollte deren größte Tiefe, wenn sie einen Bord erhalten, höchstens halb so groß wie ihr innerer Durchmesser, abzüglich der Bordbreite, sein, $h_a = \frac{d}{2} - b$.

Es ist nicht zweckmäßig, die Entfernung der Doppelböden voneinander zu groß zu wählen, weil ein zu großer Abstand (ein zu großer Zwischenraum zwischen ihnen $h_a - h_i$), die Heizwirkung des Dampfes eher vermindert. Bei den vorliegenden Dimensionen werden 50—80, höchstens 100 mm an der tiefsten Stelle genügen.

Die Bordkrümmungen (Gelenke) sollen fest aufeinander gehämmert sein.

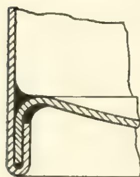


Fig. 45.

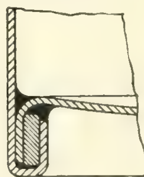


Fig. 46.

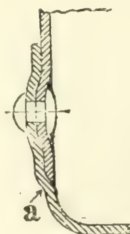


Fig. 47.

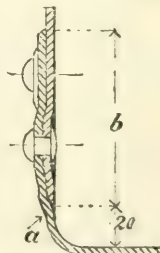


Fig. 48.

Böden können in den nachfolgenden Arten mit dem cylindrischen Teil der Gefäße verbunden werden.

Fig. 43. Boden mit Rand in den Cylinder gesteckt und mit Zinn oder mit Schlaglot eingelötet. Diese Methode ist nur für kleine Gefäße bis höchstens 500 mm Durchmesser zulässig und nicht sehr zu empfehlen.

Fig. 44. Falz für Bleche von 0,75 bis 2,5 mm Stärke, kann angewendet werden, wenn der cylindrische Teil (die Zarge) gleich-

falls gefalzt oder hart gelötet ist. Er ist nur dicht und fest für stärkere Drucke, wenn er mit Zinn auf allen sich berührenden Flächen verlötet ist. Unverlötet ist er nur für geringe Drucke dicht. Der Falz der Zarge muß, was nicht immer ganz leicht ist, mit dem Bodenfalz gut verarbeitet sein.

Fig. 45 und 46. Einfache Böden an die Zarge gefalzt. Bei Fig. 46 ist zur Vergrößerung der Steifigkeit noch ein Eisenring in den Falz gelegt. Solche Falze können ganz gut noch mit Blechen von 3 bis 4 mm ausgeführt werden.

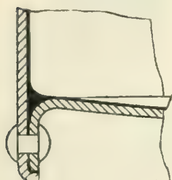


Fig. 49.

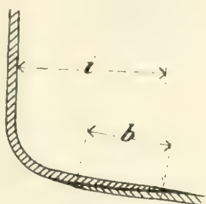


Fig. 50.

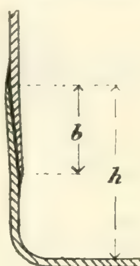


Fig. 51.

Fig. 47, 48 und 49. Einfache und doppelte, verlötete Nietnaht für Bleche von 1—5 mm Dicke; sie kann für geringe Drucke ohne Verlötung mit Zinn, durch Verstemmen bei a dicht gemacht werden. Wenn mit Zinn verlötet (eingebrannt), ist die Naht so fest und dicht wie das Blech. Es sei

bei Blechstärken .	s =	1,2	2,5—3	3,5—4	4,5—5	mm
die Nietdicke . .	d =	4	5	6	7	„
„ Gelenkhöhe .		15	20	20	20	„
„ Nahtbreite . .						
bei einfacher Naht	b =	40—45	45—50	55	55—60	„
„ doppelter Naht	b =	50—55	60	65	70—80	„

Fig. 50 und 51. Hart mit Schlaglot (Messinglot) gelötete Naht, meistens mit Schränken. Sie ist so fest und dicht wie das Blech und wird entweder im Boden ausgeführt (Fig. 50), Maß i = 50 mm, oder an dem Mantel (Fig. 51), Maß h = 80—125 mm; Überlappung b wie beim Mantel (Cylinder, Zarge) angegeben. Der Boden soll hierbei nicht mehr als 0,5—1 mm dicker als die Zarge sein.

Fig. 52 und 53. Verstemmbare Nietnaht für Bleche von 8 bis 25 mm Dicke. Nietstärken und Teilung siehe Seite 27 bis 29.

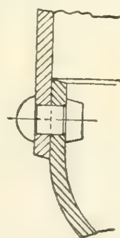


Fig. 52.

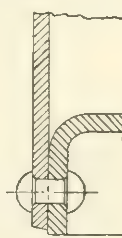


Fig. 53.

Fig. 54—60. Verschraubung. Wenn Böden und Zarge miteinander verschraubt werden sollen, so wird meistens der obere Rand des cylindrischen Teils (der Zarge) umgelegt; es wird ein Bord gebildet. Das darf niemals scharf, sondern muß mit einem Krümmungsradius

von r = 1,1—2,85 d erfolgen, der der Blechdicke entspricht. Der Verschraubungsring soll möglichst gut im Gelenk liegen.

Die Figuren 54—60 verdeutlichen die verschiedenen Arten der Gefäßverschraubungen mit vollem Bord und mit kleinem Bord und Fig. 57 auch den Fall, wenn nicht die Zarge umgelegt wird, sondern wenn ein besonderer kupferner Bordring auf die Zarge gesteckt und mit dieser vernietet, mit Zinn verlötet oder hart aufgelötet

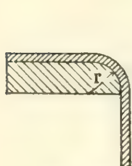
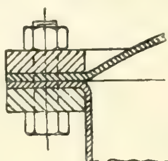
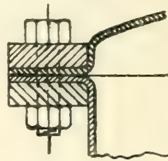


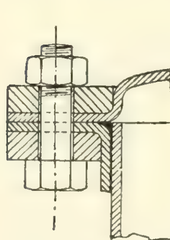
Fig. 54.

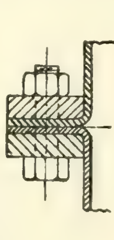

Fig. 55.

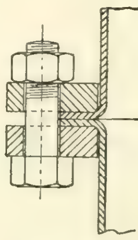

Fig. 56.

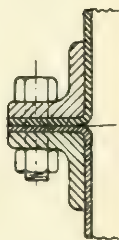
wird. Bei großen Ringen ist das Auflöten mit Schlaglot des großen Brennmaterialverbrauchs wegen eine teuere Operation und die Neigung des Außenringes, durch größere Ausdehnung sich vom Mantel zu entfernen, erschwert sie noch.

Fig. 54. Was die Verschraubung selbst angeht, so müssen die Schrauben stark genug sein, um dem auf der Verschraubung lastenden Druck zu widerstehen: sie sollen so nahe aneinander angeordnet sein, daß zwischen ihnen die Verschraubringe sich nicht biegen, und ihre Anzahl sei durch 4 teilbar, was sehr oft anderer Verbindungen wegen wünschenswert ist. Die Dichtfläche muß breit genug sein. Die Verschraubringe innen rund, außen flach abgedreht (siehe Fig. 54).


Fig. 57.


Fig. 58.


Fig. 59.


Fig. 60.

Die Tabelle 16 (siehe Seite 20 und 21) gibt Abmessungen und Gewichte brauchbarer eiserner Verschraubringe für Gefäße von 300—2700 mm Drm. (auch Doppelböden) bei inneren Drucken von 0,5—6 Atm.

Die Tabelle 38 (siehe Seite 85) zeigt das Gewicht von 100 Stück eiserner Schrauben mit Muttern von $^1/_2$ bis $1^1/_8''$ bei 15—140 mm Länge zwischen Kopf und Mutter.

Die Verbindung des kupfernen cylindrischen Körpers mit einem unteren doppelten, besonderen Dampfmantel kann in verschiedener Weise erfolgen.

Fig. 61. Verschraubung zweier kupferner Böden mit der Zarge.

Fig. 62 zeigt die Verschraubung des schmiedeeisernen Außenbodens mit dem kupfernen Innenboden und der Zarge.

Fig. 63. Die Zarge, nach unten hin dünner ausgestreckt, mit dem gewölbten Boden einreihig oder doppelreihig vernietet, meistens innen glatt versenkt und mit Zinn verlötet (eingebrannt). Das Gelenk des Innenbodens soll immer möglichst dicht auf dem Gelenk des Außenbodens (der hier von Gußeisen ist) liegen.

Fig. 64. Der äußere kupferne Boden wird oben eingezogen, auf den Einsatz gepaßt, doppelreihig genietet und mit Zinn verlötet.

Fig. 65. Bei starken Blechen von 6—25 mm kann ein Doppelboden auch verstemmbar angenietet werden. Der Nachgiebigkeit des Kupfers wegen legt man beiderseits öfter Kupferstreifen auf, die mit angenietet werden, um beim Verstemmen den Blechkanten Halt zu gewähren.

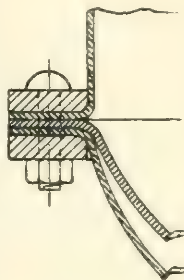


Fig. 61.

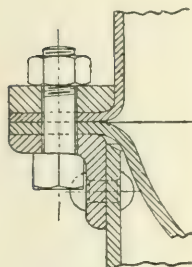


Fig. 62.

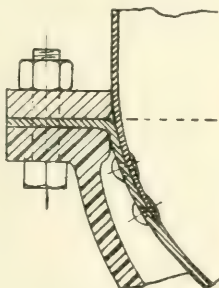


Fig. 63.

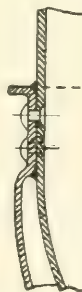


Fig. 64.



Fig. 65.

b) D i e W a n d s t ä r k e k u p f e r n e r **Böden** m i t i n n e r e m D r u c k k a n n man nach der Formel für Kugeln berechnen:

$$s = \frac{p \cdot r}{200 \cdot k} \qquad (18)$$

worin:

k = 2,5 (siehe Tabelle 19).

c) D i e W a n d s t ä r k e k u p f e r n e r **Böden** m i t ä u ß e r e m D r u c k:

$$s = \frac{1}{2} r \frac{0{,}025\, A \cdot p + B^2 - B\sqrt{0{,}05\, A \cdot p + B^2}}{A^2} \qquad (19)$$

worin:

r = Radius in mm,
p = Betriebsdruck in Atm.,
A = 25,5, B = 1,2 (siehe Tabelle 25).

Tabelle 25 [1]).

Wandstärke kugelförmiger stark gehämmerter Kupferböden mit

Blechdicke in mm	Dampfüberdruck p													
	1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	5½	6	6½	7	7½
	Größter zulässiger Halbmesser r													
2,0	641	566	509	463	420	395	369	346	326	308	293	279	266	255
2,5	802	708	636	579	524	494	461	432	407	385	366	349	333	319
3,0	962	849	763	695	629	592	553	519	489	463	439	418	399	382
3,5	1122	991	891	811	734	691	645	605	570	540	512	488	466	446
4,0	1283	1132	1018	926	839	790	737	691	652	617	586	558	533	510
4,5	1443	1274	1145	1042	944	889	829	778	733	694	659	627	599	573
5,0	1603	1416	1272	1158	1049	987	921	864	815	771	732	697	666	637
5,5	1764	1557	1399	1274	1154	1086	1013	951	896	848	805	767	732	701
6,0	1924	1699	1527	1390	1259	1185	1106	1037	977	925	878	837	799	765
6,5	2084	1840	1654	1505	1364	1283	1198	1124	1059	1002	952	906	865	828
7,0	2245	1982	1781	1621	1469	1382	1290	1210	1140	1079	1025	976	932	892
7,5	2405	2123	1908	1737	1573	1481	1382	1296	1222	1156	1098	1046	999	956
8,0	2565	2265	2035	1853	1678	1580	1474	1383	1303	1233	1171	1116	1065	1019
8,5	2726	2407	2163	1969	1783	1678	1566	1469	1385	1311	1244	1185	1132	1083
9,0	2886	2548	2290	2084	1888	1777	1658	1556	1466	1388	1318	1255	1198	1147
9,5	3046	2690	2417	2200	1993	1876	1750	1642	1548	1465	1391	1325	1265	1210
10,0	3207	2831	2544	2316	2098	1975	1843	1729	1629	1542	1464	1394	1332	1274
10,5	3367	2973	2672	2432	2203	2073	1935	1815	1711	1619	1537	1464	1398	1338
11,0	3527	3114	2799	2548	2308	2172	2027	1901	1792	1696	1610	1534	1465	1402
11,5	3688	3256	2926	2664	2413	2271	2119	1988	1873	1773	1684	1604	1531	1465
12,0	3848	3397	3053	2779	2517	2370	2211	2074	1955	1850	1757	1673	1598	1529
12,5	4009	3539	3180	2895	2622	2468	2303	2161	2036	1927	1830	1743	1664	1593
13,0	4169	3681	3308	3011	2727	2567	2395	2247	2118	2004	1903	1813	1731	1656
13,5	4329	3822	3435	3127	2832	2666	2487	2334	2199	2081	1976	1882	1798	1720
14,0	4490	3964	3562	3243	2937	2764	2580	2420	2281	2159	2050	1952	1864	1784
14,5	4650	4105	3689	3358	3042	2863	2672	2506	2362	2236	2123	2022	1931	1848
15,0	4810	4247	3816	3474	3147	2962	2764	2593	2444	2313	2196	2092	1997	1911
15,5	4971	4388	3944	3590	3252	3061	2856	2679	2525	2390	2269	2161	2064	1975

[1]) Siehe G. Eckermann, Zahlentafeln 1909.

Tabelle 25.

äußerem Überdruck. Vgl. Abschn. XII d. Hambg. Norm. 1905 (Formel 19).

in Atmosphären														
8	$8^1/_2$	9	$9^1/_2$	10	$10^1/_2$	11	$11^1/_2$	12	$12^1/_2$	13	$13^1/_2$	14	$14^1/_2$	15
der mittleren Wölbung in mm														
245	235	226	218	211	204	197	191	186	180	175	171	166	162	158
306	294	283	273	264	255	247	239	232	226	219	213	208	203	198
367	353	340	327	316	306	296	287	279	271	263	256	250	243	237
428	411	396	382	369	357	346	335	325	316	307	299	291	284	277
489	470	453	437	422	408	395	383	372	361	351	342	333	324	316
550	529	509	491	474	459	444	431	418	406	395	384	374	365	356
611	588	566	546	527	510	494	479	465	451	439	427	416	405	395
673	646	622	600	580	561	543	526	511	496	483	470	457	446	435
734	705	679	655	633	612	592	574	557	541	526	512	499	486	474
795	764	736	710	685	663	642	622	604	587	570	555	541	527	514
856	823	792	764	738	714	691	670	650	632	614	598	582	567	554
917	882	849	819	791	765	740	718	697	677	658	640	624	608	593
978	940	905	873	843	816	790	766	743	722	702	683	665	649	633
1039	999	962	928	896	867	839	814	790	767	746	726	707	689	672
1101	1058	1019	982	949	918	889	861	836	812	790	769	749	730	712
1162	1117	1075	1037	1001	969	938	909	883	857	834	811	790	770	751
1223	1175	1132	1092	1054	1020	987	957	929	902	877	854	832	811	791
1284	1234	1188	1146	1107	1071	1037	1005	975	948	921	897	873	851	830
1345	1293	1245	1201	1160	1122	1086	1053	1022	993	965	939	915	892	870
1406	1352	1302	1255	1212	1173	1135	1101	1068	1038	1009	982	956	932	909
1467	1410	1358	1310	1265	1224	1185	1149	1115	1083	1053	1025	998	973	949
1529	1469	1415	1365	1318	1275	1234	1196	1161	1128	1097	1067	1040	1013	989
1590	1528	1471	1419	1370	1326	1283	1244	1208	1173	1141	1110	1081	1054	1028
1651	1587	1528	1474	1423	1377	1333	1292	1254	1218	1184	1153	1123	1094	1068
1712	1646	1585	1528	1476	1428	1382	1340	1301	1263	1228	1195	1164	1135	1107
1773	1704	1641	1583	1529	1479	1432	1388	1347	1308	1272	1238	1206	1176	1147
1834	1763	1698	1637	1581	1530	1481	1436	1394	1354	1316	1281	1248	1216	1186
1895	1822	1754	1692	1634	1581	1530	1484	1440	1399	1360	1324	1289	1257	1226

Die Tabelle 26 gibt die wünschbaren Abmessungen, Inhalte und Gewichte gewölbter, dünner Böden, deren Radius r = d und deren Tiefe h = 0,134 d ist. Gewölbte Böden (Fig. 38), deren Tiefe h = 0,1 d und deren Radius r = 1,3 d ist, haben ein um etwa 40 % leichteres Gewicht und einen um etwa 9 % geringeren Inhalt.

Tabelle 26.

Inhalte und Gewichte **kupferner** gewölbter **Böden**, deren Radius r = d und deren Tiefe h = 0,134 d ist (Fig. 38).

Drm. d	Höhe h	Bord b	Inhalt J Liter	Gewicht bei 1 mm Dicke kg	Drm. d	Höhe h	Bord b	Inhalt J Liter	Gewicht bei 1 mm Dicke kg
400	54	65	2,82	2,068	1700	228	90	216,1	26,47
425	58	65	3,36	2,26	1750	235	90	235,7	27,90
450	60	65	4,02	2,47	1800	241	90	256,6	29,38
475	64	65	4,70	2,70	1850	248	90	278,5	30,88
500	67	70	5,50	3,01	1900	255	90	301,7	32,43
525	70	70	6,27	3,27	1950	262	90	326,1	34,03
550	74	70	7,21	3,52	2000	268	97	352,0	36,00
575	77	70	8,37	3,78	2050	275	97	379,0	37,63
600	80	70	9,51	4,05	2100	281	97	407,4	39,34
625	83	70	10,84	4,32	2150	288	97	437,4	41,08
650	87	70	12,07	4,62	2200	295	97	468,4	42,87
675	90	70	13,58	4,92	2250	302	97	501,1	44,35
700	93	70	15,09	5,24	2300	309	97	535,2	46,55
750	100	70	17,56	5,88	2350	316	97	571,0	48,09
800	106	70	22,52	6,56	2400	322	97	607,9	50,39
850	113	80	27,01	7,58	2450	329	97	647,1	51,99
900	121	80	32,12	8,33	2500	335	103	687,2	55,00
950	128	80	37,70	9,15	2550	342	103	740,5	57,20
1000	134	80	44,30	10,01	2600	348	103	773,0	59,30
1050	141	80	50,90	10,90	2650	355	103	818,8	61,44
1100	147	80	58,61	11,85	2700	363	103	865,9	63,62
1150	154	80	66,92	12,79	2750	370	110	914,9	66,26
1200	160	80	76,03	13,80	2800	376	110	965,8	68,52
1250	167	80	84,93	14,86	2850	383	110	1018,4	70,80
1300	175	80	96,67	15,94	2900	388	110	1072,7	73,16
1350	182	80	109,24	17,04	2950	395	110	1129,4	75,02
1400	188	80	120,73	18,20	3000	402	110	1188,0	77,94
1450	195	80	134,2	19,70					
1500	202	90	148,5	21,10					
1550	209	90	163,9	22,21					
1600	214	90	180,1	23,71					
1650	221	90	197,6	25,07					

Bei Böden, deren Tiefe h = 0,1 d und deren Radius r = 1,3 d, ist der Inhalt um 9 % geringer, das Gewicht um 3 % geringer.

Tabelle 27 (s. S. 41—43) zeigt dann diese Daten für tiefe Böden. Darin bedeutet: O = Oberfläche des Bodens, o = dito des Bordes, r = Radius, J = Inhalt, G = Gewicht bei 1 mm Dicke (Fig. 42).

Tabelle 27.

Oberflächen, Inhalte, Gewichte **kupferner Böden** (Fig. 42).

d	h	b	O	o	r	J	G
300	100	50	0,102	0,054	162,5	4,06	1,40
	150	50	0,140	0,054	150	7,07	1,75
350	100	50	0,127	0,056	213,1	5,23	1,64
	175	50	0,192	0,056	175	11,2	2,23
400	100	55	0,157	0,079	250	6,8	2,13
	200	55	0,257	0,079	200	16,76	2,97
450	150	55	0,261	0,087	244	13,5	3,12
	225	55	0,318	0,087	225	23,86	3,65
500	150	60	0,267	0,106	284	16,5	3,36
	250	60	0,392	0,106	250	32,75	4,48
550	150	60	0,308	0,115	327	19,5	3,81
	275	60	0,475	0,115	275	43,56	5,31
600	200	60	0,408	0,125	325	32,5	4,80
	300	60	0,565	0,125	300	56,51	6,21
650	200	60	0,458	0,134	364	37	5,33
	325	60	0,663	0,134	325	71,89	7,17
700	200	65	0,504	0,157	406	41	5,95
	350	65	0,769	0,157	350	89,79	8,33
750	150	65	0,510	0,167	544	34	6,10
	250	65	0,634	0,167	406	63	6,31
	375	65	0,883	0,167	375	110,5	9,45
800	200	70	0,600	0,192	500	54	7,11
	300	70	0,720	0,192	416	89	8,19
	400	70	1,005	0,192	400	134	10,77
850	200	70	0,69	0,202	551	61	8,01
	350	70	0,94	0,202	433	121	10,26
	425	70	1,13	0,202	425	160,8	11,97
900	200	75	0,75	0,230	607	67,8	8,82
	375	75	1,19	0,230	457	146	12,76
	450	75	1,27	0,230	450	180,9	13,5
950	200	75	1,00	0,242	701	75	11,16
	375	75	1,21	0,242	488	159	13,05
	475	75	1,42	0,242	475	224,5	14,94
1000	200	80	0,81	0,271	725		9,73
	300	80	1,07	0,271	567	132	12,06
	400	80	1,28	0,271	513	190	13,96
	500	80	1,57	0,271	500	261,8	16,56
1050	200	80	0,99	0,29	789	90,7	11,52
	300	80	1,15	0,29	556	144	11,96
	450	80	1,49	0,29	531	241	16,42
	525	80	1,73	0,29	525	303	18,18
1100	200	80	1,07	0,296	859	98,7	12,33
	350	80	1,32	0,296	607	189	14,58
	475	80	1,65	0,296	557	280	17,55
	550	80	1,90	0,296	550	348,5	19,8
1150	200	85	1,16	0,330	924	108	13,32
	350	85	1,41	0,330	646	203	14,56
	500	85	1,82	0,330	581	324	19,35
	575	85	2,08	0,330	375	398	21,69
1200	200	85	1,25	0,344	1000	117	14,31
	300	85	1,41	0,344	750	189	15,75
	400	85	1,63	0,344	650	267	17,73
	500	85	1,91	0,344	610	348	20,25
	600	85	2,26	0,344	600	452	23,49
1250	200	90	1,36	0,379	1079	127	15,75
	300	90	1,50	0,379	803	198	16,92
	425	90	1,79	0,379	673	300	19,50
	550	90	2,16	0,379	630	423	22,85
	625	90	2,45	0,379	625	511	25,47
1300	200	90	1,45	0,393	1156	137	17,46
	300	90	1,61	0,393	854	213	18,00
	450	90	1,95	0,393	695	401	20,97
	575	90	2,35	0,393	657	479	24,57
	650	90	2,65	0,393	650	575	27,45
1350	200	90	1,55	0,407	1240	148	17,64
	300	90	1,71	0,407	910	229	19,08
	400	90	1,93	0,407	770	320	21,06
	500	90	2,20	0,407	705	421	23,22
	600	90	2,54	0,407	680	543	26,28
	675	90	2,86	0,407	675	644	29,43
1400	200	90	1,66	0,421	1325	158	18,73
	300	90	1,82	0,421	967	245	20,17
	400	90	2,03	0,421	812	332	22,06
	550	90	2,48	0,421	720	508	25,74
	625	90	2,76	0,421	702	595	28,24
	700	90	3,08	0,421	700	718	31,50
1450	200	90	1,77	0,435	1414	169	19,85
	300	90	1,93	0,435	1026	261	21,30
	400	90	2,17	0,435	857	360	22,95
	525	90	2,51	0,435	763	507	26,01
	650	90	3,01	0,435	729	706	30,51
	725	90	3,30	0,435	725	798	33,66
1500	200	90	1,89	0,449	1506	182	21,01
	300	90	2,04	0,449	1087	279	22,40
	400	90	2,26	0,449	903	383	23.76
	550	90	2,70	0,449	776	674	27,72
	675	90	3,17	0,449	768	747	31,95
	750	90	3,53	0,449	750	883	35,55
1550	200	95	2,00	0,492	1601	193	22,24
	300	95	2,16	0,492	1150	297	23,87
	400	95	2,38	0,492	950	410	25,85
	500	95	2,64	0,492	850	536	27,18
	600	95	3,12	0,492	800	678	31,50
	700	95	3,39	0,492	780	836	33,90
	775	95	3,77	0,492	775	975	38,34
1600	200	95	2,13	0,506	1700	200	23,68
	300	95	2,29	0,506	1216	316	25,16
	400	95	2,52	0,506	1,00	437	27,23

Fortsetzung von Tabelle 27. Oberflächen usw. **kupferner Böden.**

d	h	b	O	o	r	J	G
1600	500	95	2,79	0,506	890	568	29,68
	600	95	3,14	0,506	833	720	32,85
	700	95	3,54	0,506	807	838	36,40
	800	95	4,02	0,506	800	1072	40,77
1650	200	95	2,25	0,521	1800	217	24,94
	300	95	2,41	0,521	1283	334	26,38
	400	95	2,62	0,521	1050	461	28,27
	500	95	2,92	0,521	930	600	30,96
	600	95	3,26	0,521	867	753	34,42
	700	95	3,67	0,521	836	944	37,71
	825	95	4,27	0,521	825	1176	43,11
1700	200	95	2,38	0,536	1900	231	26,10
	300	95	2,54	0,536	1350	353	27,67
	400	95	2,75	0,536	1100	486	30,57
	500	95	3,04	0,536	972	632	32,22
	600	95	3,39	0,536	902	793	35,28
	700	95	3,80	0,536	867	973	39,06
	850	95	4,53	0,536	850	1286	45,63
1750	200	95	2,51	0,551	2010	288	27,50
	300	95	2,68	0,551	1423	375	29,08
	400	95	2,90	0,551	1155	518	31,06
	500	95	3,17	0,551	1016	666	33,48
	600	95	3,51	0,551	939	836	36,45
	700	95	3,92	0,551	897	1020	40,23
	875	95	4,81	0,551	875	1403	48,27
1800	200	95	2,66	0,566	2130	311	28,99
	300	95	2,82	0,566	1503	396	30,47
	400	95	3,05	0,566	1215	543	32,54
	500	95	3,32	0,566	1060	681	34,92
	600	95	3,67	0,566	975	876	38,16
	700	95	4,08	0,566	928	1141	41,85
	800	95	4,53	0,566	907	1287	45,86
	900	95	5,09	0‘566	900	1527	50,84
1850	200	95	2,81	0,580	2240	373	30,51
	300	95	2,96	0,580	1577	418	31,86
	400	95	3,17	0,580	1270	572	33,75
	500	95	3,46	0,580	1105	736	36,36
	600	95	3,80	0,580	1013	917	39,42
	700	95	4,24	0,580	961	1118	43,28
	800	95	4,68	0,580	934	1302	47,34
	925	95	5,37	0,580	925	1658	53,55
1900	200	95	2,83	0,595	2260	287	30,78
	300	95	3,00	0,595	1657	439	32,35
	400	95	3,33	0,595	1330	601	35,32
	500	95	3,60	0,595	1152	772	37,71
	600	95	3,96	0,595	1052	960	40,95
	700	95	4,36	0,595	994	1168	44,59
	800	95	5,15	0,595	964	1339	51,70
	950	95	5,67	0,595	950	1796	56,43
1950	200	95	2,98	0,644	2380	303	32,58
	300	95	3,27	0,644	1737	462	35,19
	400	95	3,49	0,644	1390	631	37,20
	500	95	3,75	0,644	1201	811	39,06
	600	95	4,11	0,644	1092	1008	42,30
	700	95	4,52	0,644	1032	1228	45,99
	800	95	5,38	0,644	994	1397	54,18
	975	95	5,97	0,644	975	1941	59,49

d	h	b	O	o	r	J	G
2000	200	100	3,25	0,660	2600	318	35,19
	300	100	3,42	0,660	1819	465	36,72
	400	100	3,64	0,660	1450	662	38,70
	500	100	3,92	0.660	1250	850	40,59
	600	100	4,27	0,660	1133	1056	43,74
	700	100	4,67	0,660	1064	1279	47,34
	800	100	5,12	0,660	1024	1526	52,02
	900	100	5,68	0,660	1005	1797	57,06
	1000	100	6,28	0,660	1000	2095	60,46
2050	300	100	3,58	0,676	1903	509	38,34
	400	100	3,80	0,676	1515	695	40,25
	500	100	4,08	0,676	1300	890	42,03
	600	100	4,42	0,676	1175	1122	45,09
	700	100	4,83	0,676	1100	1334	48,78
	800	100	5,30	0,676	1057	1589	53,75
	1025	100	6,60	0,676	1023	2150	65,52
2100	300	100	3,70	0,692	1990	533	39,51
	400	100	3,96	0,692	1580	724	41,85
	500	100	4,18	0,692	1352	930	42,93
	600	100	4,58	0,692	1220	1149	46,53
	700	100	4,99	0,692	1138	1388	50,22
	800	100	5,46	0,692	1090	1652	55,35
	1050	100	6,92	0,692	1050	2314	68,49
2150	300	100	3,89	0,707	2070	561	41,40
	400	100	4,11	0,707	1640	781	43,30
	500	100	4,40	0,707	1405	981	44,91
	600	100	4,74	0,707	1262	1200	47,97
	700	100	5,15	0,707	1175	1447	51,65
	800	100	5,60	0,707	1119	1721	57,34
	1075	100	7,26	0,707	1075	2460	71,73
2200	300	100	4,07	0,722	2170	585	43,11
	400	100	4,31	0,722	1715	794	45,30
	500	100	4,58	0,722	1460	1015	47,70
	600	100	4,93	0,722	1308	1256	50,85
	700	100	5,33	0,722	1214	1510	54,45
	800	100	5,81	0,722	1156	1788	58,77
	1100	100	7,60	0,722	1100	2660	74,88
2250	300	105	4,25	0,776	2263	611	45,27
	400	105	4,48	0,776	1785	829	47,27
	500	105	4,71	0,776	1514	1060	48,32
	600	105	5,05	0,776	1354	1303	52,47
	700	105	5,46	0,776	1254	1568	56,07
	800	105	5,93	0,776	1191	1856	60,30
	1125	105	7,95	0,776	1125	2842	78,57
2300	300	105	4,43	0,794	2357	637	46,98
	400	105	4,66	0,794	1855	864	50,07
	500	105	4,93	0,794	1572	1102	51,48
	600	105	5,28	0,794	1402	1357	54,63
	700	105	5,68	0,794	1294	1630	58,23
	800	105	6,15	0,794	1227	1926	62,46
	1150	105	8,30	0,794	1150	3000	81,81
2350	300	105	4,60	0,810	2450	662	48,69
	400	105	4,83	0,810	1925	897	50,76
	500	105	5,11	0,810	1630	1140	53,28
	600	105	5,46	0,810	1450	1424	56,43

Fortsetzung von Tabelle 27. Oberflächen usw. **kupferner Böden.**

d	h	b	O	o	r	J	G
2350	700	105	5,87	0,810	1336	1696	60,12
	800	105	6,34	0,810	1264	2000	64,35
	900	105	6,87	0,810	1216	2332	69,12
	1175	105	6,67	0,810	1175	3240	85,32
2400	200	105	4,62	0,828	3700	447	49,05
	300	105	4,79	0,828	2550	692	50,56
	400	105	5,24	0,828	2000	939	54,63
	500	105	5,30	0,828	1690	1197	55,17
	600	105	5,65	0,828	1500	1483	58,25
	700	105	6,06	0,828	1380	1762	61,83
	800	105	6,53	0,828	1300	2078	66,06
	900	105	7,07	0,828	1250	2417	70,92
	1200	105	9,05	0,828	1200	3456	88,92
2450	300	110	4,99	0,885	2650	721	52,96
	400	110	5,20	0,885	2075	977	54,77
	500	110	5,49	0,885	1750	1245	57,35
	600	110	5,84	0,885	1550	1515	60,57
	700	110	6,25	0,885	1422	1820	64,26
	800	110	6,72	0,885	1338	2152	68,49
	900	110	7,25	0,885	1283	2502	73,17
	1225	110	9,43	0,885	1225	3690	92,88
2500	300	110	5,17	0,902	2757	750	54,63
	400	110	5,40	0,902	2155	1014	56,70
	500	110	5,68	0,902	1812	1291	59,23
	600	110	6,03	0,902	1602	1584	62,37
	700	110	6,44	0,902	1466	1894	66,06
	800	110	6,90	0,902	1377	2230	74,20
	900	110	7,44	0,902	1318	2586	75,06
	1250	110	9,81	0,902	1250	3906	96,39
2550	300	110	5,40	0,919	2875	760	56,88
	400	110	5,63	0,919	2244	1054	58,95
	500	110	5,88	0,919	1875	1341	61,25
	600	110	6,22	0,919	1654	1640	64,26
	700	110	6,62	0,919	1515	1960	67,86
	800	110	7,10	0,919	1416	2204	72,18
	900	110	7,63	0,919	1353	2662	77,95
	1275	110	10,20	0,919	1275	4141	100,08
2600	300	115	5,57	0,981	2970	809	58,95
	400	115	5,81	0,981	2315	1096	62,01
	500	115	6,09	0,981	1940	1394	63,63
	600	115	6,44	0,981	1709	1705	66,78
	700	115	6,85	0,981	1558	2057	70,47
	800	115	7,31	0,981	1456	2400	74,61
	900	115	7,85	0,981	1389	2770	79,47
	1300	115	10,61	0,981	1300	4390	104,31
2650	300	115	5,96	0,999	3173	899	60,75
	400	115	6,01	0,999	2395	1134	63,00
	500	115	6,29	0,999	2006	1441	65,61
	600	115	6,66	0,999	1768	1762	68,94
	700	115	7,06	0,999	1604	2100	72,54
	800	115	7,54	0,999	1497	2467	76,86
	900	115	8,07	0,999	1425	2854	81,63
	1325	115	11,03	0,999	1325	4470	108,00
2700	300	120	6,00	1,063	3190	885	63,54
	400	120	6,22	1,063	2480	1178	65,64
2700	500	120	6,51	1,063	2075	1496	68,15
	600	120	6,95	1,063	1820	1828	72,00
	700	120	7,25	1,063	1652	2184	73,88
	800	120	7,72	1,063	1540	2554	79,02
	900	120	8,26	1,063	1462	2963	83,88
	1350	120	11,45	1,063	1350	4920	112,59
2750	300	120	6,20	1,081	3303	905	65,52
	400	120	6,43	1,081	2565	1222	67,59
	500	120	6,72	1,081	2140	1551	70,20
	600	120	7,03	1,081	1882	1894	73,00
	700	120	7,44	1,081	1718	2254	76,68
	800	120	7,91	1,081	1598	2644	81,00
	900	120	8,44	1,081	1514	3053	85,68
	1375	120	8,87	1,081	1375	5180	116,55
2800	200	120	6,28	1,100	5000	592	66,42
	300	120	6,43	1,100	3420	938	67,77
	400	120	6,65	1,100	2650	1241	69,75
	500	120	6,94	1,100	2210	1606	72,36
	600	120	7,28	1,100	1938	1960	75,41
	700	120	7,69	1,100	1750	2335	79,11
	800	120	8,16	1,100	1625	2728	83,34
	900	120	8,70	1,100	1538	3150	87,30
	1400	120	12,31	1,100	1400	5488	110,69
2850	300	120	6,68	1,120	3550	971	70,20
	400	120	6,87	1,120	2738	1310	71,91
	500	120	7,16	1,120	2281	1660	74,52
	600	120	7,50	1,120	1992	2026	77,58
	700	120	7,91	1,120	1798	2439	81,27
	800	120	8,38	1,120	1669	2777	85,50
	900	120	8,88	1,120	1578	3250	90,00
	1425	120	12,75	1,120	1425	5800	124.80
2900	300	120	6,88	1,139	3654	1004	72,17
	400	120	7,10	1,139	2829	1354	74.15
	500	120	7,38	1,139	2352	1716	76,67
	600	120	7,72	1,139	2052	2090	79,74
	700	120	8,14	1,139	1855	2486	83.43
	800	120	8,60	1,139	1714	2906	87,66
	900	120	9,13	1,139	1618	3350	94.43
	1450	120	13,20	1,139	1450	6096	129,06
2950	300	120	7,11	1,158	3775	1037	74.41
	400	120	7,33	1,158	2920	1398	76,39
	500	120	7,62	1,158	2426	1771	79,00
	600	120	7,94	1,158	2117	2137	81,90
	700	120	8,35	1,158	1904	2541	85.50
	800	120	8,82	1,158	1760	2866	89.82
	900	120	9,37	1,158	1659	3417	94,77
	1475	120	13,63	1,158	1475	6300	134.37
3000	300	120	7,34	1,176	3900	1075	76,64
	400	120	7,55	1,176	3012	1448	78,53
	500	120	7,85	1,176	2500	1834	81,23
	600	120	8,20	1,176	2175	2235	84.38
	700	120	8,60	1,176	1957	2650	87,93
	800	120	9,07	1,176	1806	3092	92.16
	900	120	9,61	1,176	1670	3558	97,02
	1000	120	10,20	1,176	1625	4053	102,33
	1500	120	14,13	1,176	1500	6750	137,70

d) Doppelplatten von Kupfer (Fig 66 und 67) sind parallele Platten, die durch in gleichen Entfernungen e angeordnete Stehbolzen von der Dicke d gegen inneren Druck von p Atm. abgesteift sind. Es gelten die Formeln:



Fig. 66.

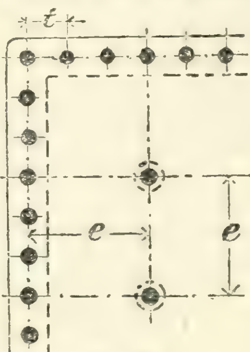


Fig. 67.

$$s = 5{,}83 \cdot c \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{p}{k}\, e^2} \qquad (20)$$

$$c = 0{,}015$$
$$k = 20$$

oder mit ausgerechneten Koeffizienten:

$$s = 0{,}0277 \cdot e \sqrt{p} \qquad (21)$$

$$e = \frac{s}{0{,}0277 \sqrt{p}} \qquad (22)$$

Tabelle 28.

Entfernungen und Stärken der Stehbolzen bei kupfernen Doppelplatten mit Blechdicken von s = 1 bis 12 mm und für innere Drucke von p = 1 bis 5 Atm.

Blechdicke s	Entfernung e der Bolzen d	Innerer Druck in Atm. p 1	2	3	4	5
1	**e**	36	25,6	20,8	18	16
	d	5	5	5	5	5
2	**e**	72	51	41	36	31
	d	6	6	6	6	6
3	**e**	108	76	62	54	48
	d	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
4	**e**	144	102	82	72	64
	d	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5
5	**e**	180	128	105	90	80
	d	12	12	12	12	12
6	**e**	216	155	125	108	96
	d	14,5	14,5	14,5	14,5	14,5
7	**e**	252	190	145	125	112
	d	17	17	17	17	17
8	**e**	288	205	165	145	128
	d	19	19	19	19	19
9	**e**	324	230	190	165	145
	d	22	22	22	22	22
10	**e**	360	260	210	180	160
	d	24	24	24	24	24

Der flache Boden großer viereckiger kupferner Kästen wird durch einreihige, besser zweireihige, mit Zinn eingebrannte Nietnaht an der Zarge befestigt (Fig. 68 und 69). Die Falznaht wird selten angewendet. Harte Lötung ist kaum ausführbar. Man kann die Wände gleich bei der Herstellung nach außen etwas herauspoltern, derart, daß sie viereckig begrenzte Kupferflächen mit großem Radius darstellen. Die Gefäße werden hierdurch steifer, und die Wände erleiden dann bei großen Füllungen weit geringere Ausbauchung (Fig. 70).

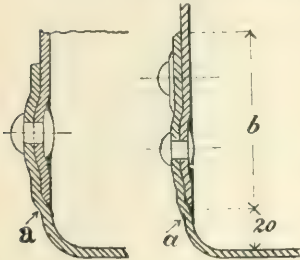


Fig. 68. Fig. 69.

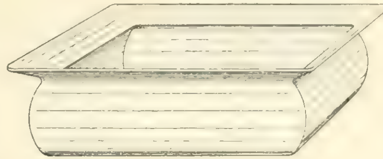


Fig. 70.

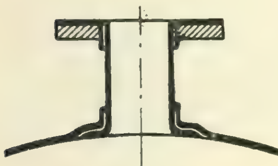


Fig. 71.

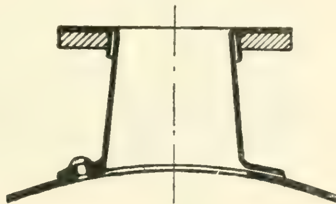


Fig. 72.

e) Anschlüsse an Gefäße. Sehr mannigfach sind die Arten, in denen an kupferne und eiserne Gefäße die Anschlüsse bewirkt werden, meistens dazu dienend, Rohre, Hähne, Ventile und Instrumente mit den Gefäßen in Verbindung zu bringen.

Im nachstehenden sollen einige dargestellt werden.

Fig. 71. Kupferstutzen in die ausgebördelte kupferne Wand gesteckt und mit Zinn verlötet.

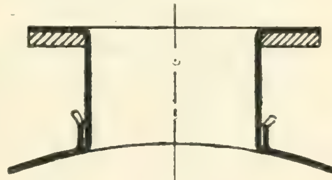


Fig. 73.

Fig. 72. Kupferstutzen auf die kupferne Gefäßwand genietet und mit Zinn verlötet.

Fig. 73. Kupferstutzen in die ausgebördelte Gefäßwand gesteckt und hart mit Schlaglot eingelötet.

Fig. 74. Aus dem kupfernen Gefäß ist ein Hals ausgetrieben und auf diesen die Bordscheibe genietet oder mit Zinn oder hart aufgelötet.

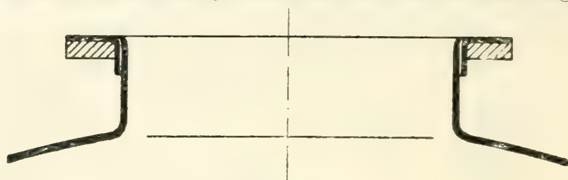


Fig. 74.

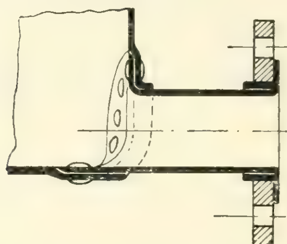


Fig. 75.

Fig. 75. Kupferstutzen dicht über dem Boden in die Gefäßwand hart gelötet oder wie hier genietet.

Fig. 76 und 77. Kupferne Ablaufrohre (Hahnrohre) dicht über dem Boden versenkt in die Gefäßwand genietet und mit Zinn verlötet.

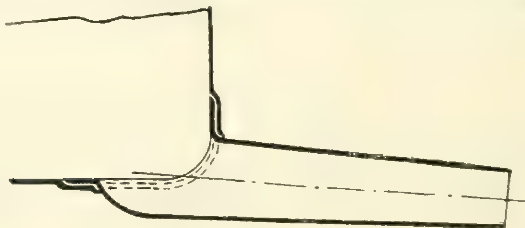


Fig. 76.

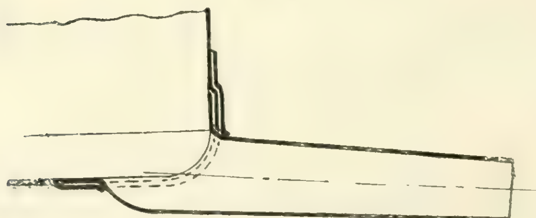


Fig. 77.

Fig. 78. Metallscheibe in die ausgebördelte Kupferwand gelegt (öfter auch mit Zinn verlötet) und der Anschluß mit Kopfschrauben (nicht durchgehend) befestigt.

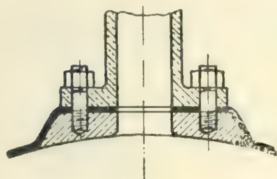


Fig. 78.

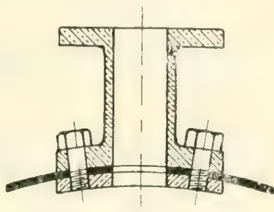


Fig. 79.

Fig. 79. Innen ein Flansch mit Muttergewinden durch 2—4 versenkte Nieten befestigt und der Stutzen mit durchgehenden Kopfschrauben, deren Köpfe gedichtet werden müssen, angeschraubt.

Fig. 80. Der Stutzen ist mit Mutterschrauben durch die meist eiserne Gefäßwand mit der inneren Gegenscheibe verschraubt. Bei starker Blechwand (7,5 und mehr) kann die Gegenscheibe fortfallen.

Fig. 81. Der (Messing- oder Rotguß-) Stutzen ist direkt an die kupferne Gefäßwand genietet. Muß bei Kupferstärken unter 6 mm mit Zinn eingebrannt werden.

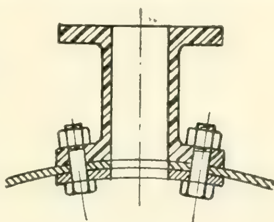


Fig. 80.

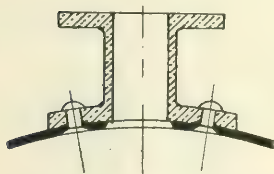


Fig. 81.

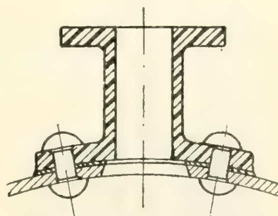


Fig. 82.

Fig. 82. Der gußeiserne Stutzen wird mit zwischengelegter Stemmscheibe an die eiserne Gefäßwand genietet.

Fig. 83. Der Stutzen direkt in die Wand geschraubt, wenn diese dick genug dazu ist.

Fig. 84. Der Stutzen in eine eingelegte Polterscheibe geschraubt.

Fig. 85. Der Stutzen in einen außen hart aufgelöteten Putzen geschraubt.

Fig. 86. Der gußeiserne Stutzen in einen mit Stemmscheibe an die eiserne Wand angenieteten gußeisernen Putzen geschraubt.

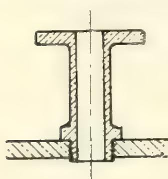


Fig. 83.

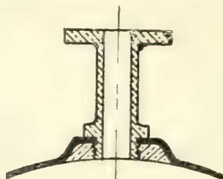


Fig. 84.

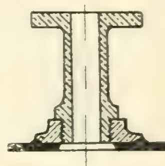


Fig. 85.

Fig. 87. Der Stutzen durch die Wand gesteckt und innen mit einer Mutter angezogen.

Fig. 88. Gasrohrstück durch die Gefäßwand gesteckt und innen und außen mit Gasgewindemuttern gedichtet. Flansch aufgeschraubt.

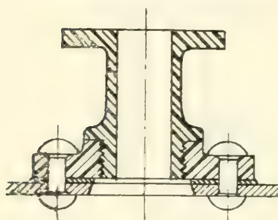


Fig. 86.

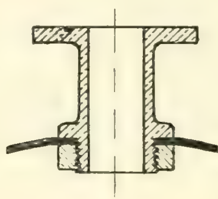


Fig. 87.

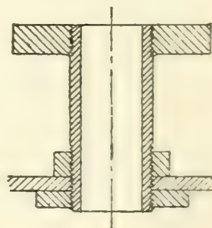


Fig. 88.

Fig. 89. Ein Nietflansch mit zwischengelegter Stemmscheibe an die Gefäßwand genietet und der Anschluß mit Stiftschrauben befestigt.

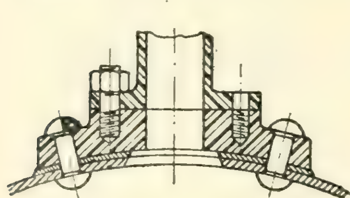


Fig. 89.

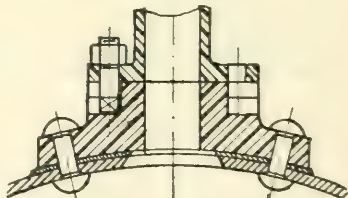


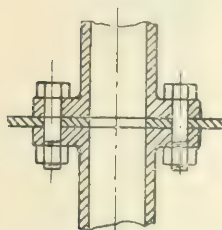
Fig. 90.

Fig. 90. Wie vorher, aber anstatt der Stiftschrauben sind Einlegeschrauben gewählt. Für Eisengefäße und schwere Kupfergefäße ist dies die beste Art.

f) Durchgang durch einfache Wände.

Fig. 91. Das innere oder äußere Rohr (oder Stutzen) wird mit Flanschen durch die Wand zusammengeschraubt. Auch die Schrauben müssen gedichtet werden.

Fig. 92. Auf die Wand ein Gußflansch mit beiderseitig ebenen Flächen genietet und das innere und äußere Rohr mit Flanschen (Einlegeschrauben) angeschraubt. Sehr gut für Eisengefäße.


Fig. 91.

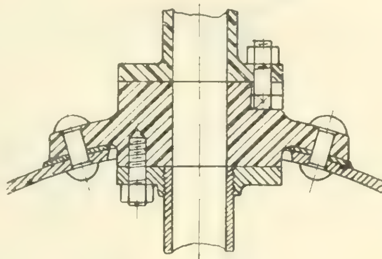
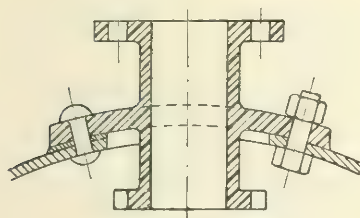

Fig. 92.

Fig. 93. Auf die Wand ein Gußstutzen mit so großem Flansch geschraubt oder besser genietet, daß der Stutzenflansch durch die Blechwandöffnung gesteckt werden kann.

Fig. 94. Auf das innere Rohr ist ein Gewindebund gelötet und der äußere Flansch mit Mutter angeschraubt. (Bronze).


Fig. 93.

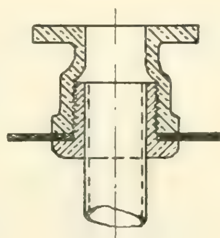

Fig. 94.

Fig. 95. Auf das innere Rohr ist ein Gewindebund gelötet, auf diesen von außen zuerst eine Mutter und dann der Fortsatz (Mutterflansch, Hahn, Ventil) mit Gewindemuffe geschraubt.

Fig. 96. Auf das Rohr ist ein Gewindebund gelötet. Außen zuerst eine Dichtungsmutter, dann ein Gewindeflansch aufgeschraubt.

Fig. 97. Auf das Rohr ein Gewindestutzen gelötet und dieser mit Mutter an der Gefäßwand gedichtet.

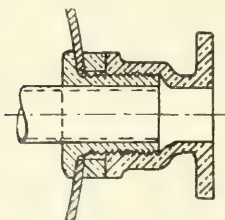


Fig. 95.

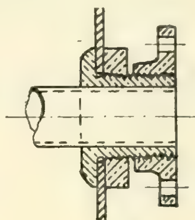


Fig. 96

Fig. 98. Auf das Rohr ein Gewindebund gelötet und auf diesen von außen Gewindemuffe mit Flansch geschraubt. Dichtung

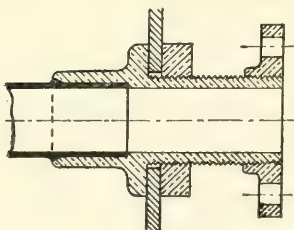


Fig. 97.

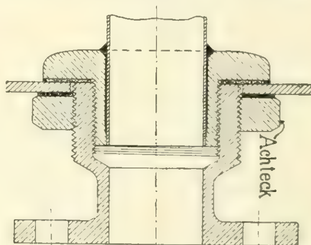


Fig. 98.

gegen die Außenwand durch Mutter. (Möglichkeit der Nachdichtung von außen).

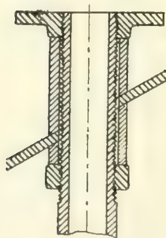


Fig. 99.

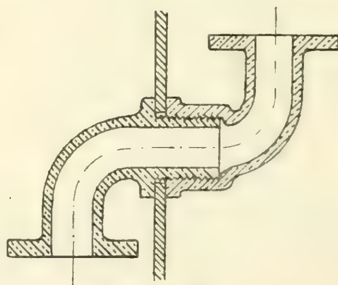


Fig. 100.

Fig. 99. Auf das mit Gewinde versehene Rohr ist zuerst eine Mutter, dann der eine Teil einer losen, schräg geschnittenen

Hülse gesteckt, das Rohr durch die Wand geführt, der zweite lose Hülsenteil aufgesetzt und ein Gewindeflansch aufgeschraubt.

Fig. 100. 2 Kniestutzen durch die Wand verschraubt.

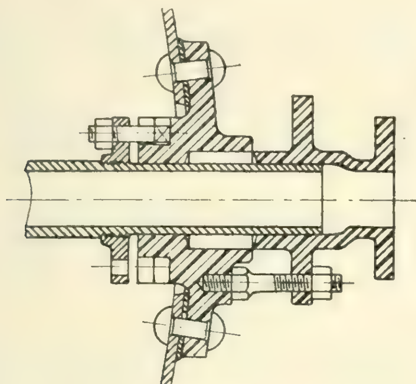


Fig. 101.

Fig. 101. Angenietete Stoffbuchse. Der Deckel mit äußerem Flanschansatz. Innen ist auf das Rohr ein Flansch geschraubt, oder wenn zulässig, gelötet zur Sicherung gegen den Druck, der das Rohr aus der Stoffbuchse drücken will.

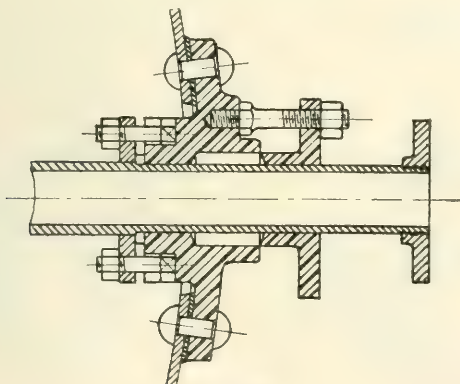


Fig. 102.

Fig. 102. Wie vorher, nur statt des Stopfbuchsenflansches den Anschlußflansch auf das Rohr selbst geschraubt.

Fig. 103. Mit Stemmscheibe angenieteter Gußflansch. Das durchgesteckte, mit Gewinde versehene Rohr trägt einerseits einen dicht schließenden Metallkonus, andererseits eine Metallmutter

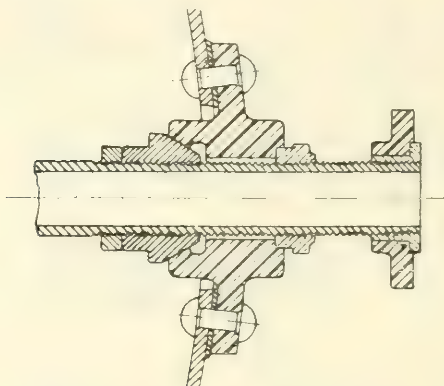


Fig. 103.

zum Anziehen. Das Rohrende bekommt einen aufgedrehten Bund mit dahinter gestecktem Flansch.

g) Durchgang durch doppelte Wände.

Fig. 104. An die innere Wand ein Gewindestutzen mit Mutter geschraubt und in dessen Gewinde ein zweiter Stutzen mit Flansch und Mutter befestigt.

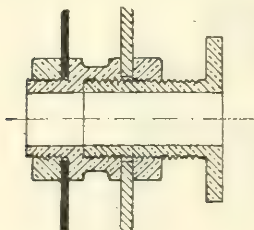


Fig. 104.

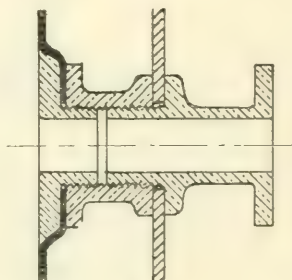


Fig. 105.

Fig. 105. Hohler Gewindezapfen in die kupferne Gefäßwand getieft, darauf eine lange Mutter gedreht und von außen dann ein Stutzen mit Gewindezapfen durch die äußere Wand in die Mutter geschraubt.

Fig. 106. Zwischen die Wände genietete Platte; der Fortsatz angeschraubt.

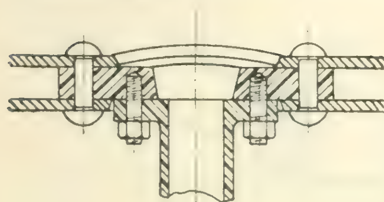


Fig. 106.

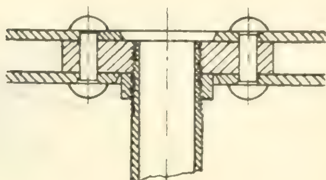


Fig. 107.

Fig. 107. Zwischen die Wände genietete Platte; der Fortsatz in die Platte geschraubt und mit Gegenmutter gesichert. Diese beiden Methoden nur für flache Wände.

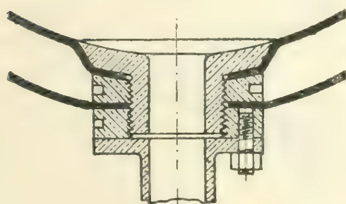


Fig. 108.

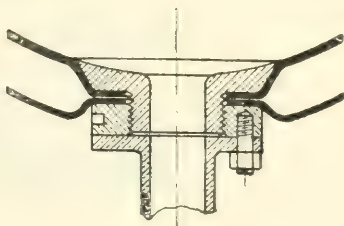


Fig. 109.

Fig. 108. Für Doppelböden. Eingebördelter, hohler Gewindestutzen, darauf starke Mutter, dann der Außenboden und auf diese eine zweite Mutter geschraubt.

Fig. 109. Wie vorher, nur mit Fortlassung der Zwischenmutter. Fortsatz mit Stiftschrauben befestigt.

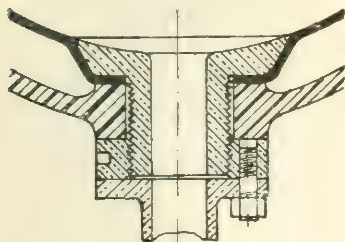


Fig. 110.

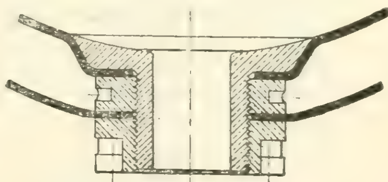


Fig. 111.

Fig. 110. Bodenverschraubung für kupfernen Innenboden und gußeisernen Außenboden.

Fig. 111 und 112. In den Fällen 108 bis 110 kann die äußere Mutter auch zu einem Flansch ausgebildet werden oder für Hackenschrauben eingerichtet sein.

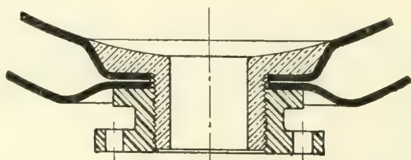


Fig. 112.

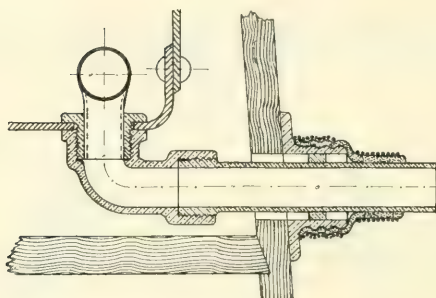


Fig. 113.

Fig. 113. Inneres Eisengefäß, äußeres Holzgefäß. An dieses ist ein weiter Stutzen geschraubt und die Verlängerung des Innenrohres mit ihm durch einen Gummischlauch usw. verbunden und gedichtet.

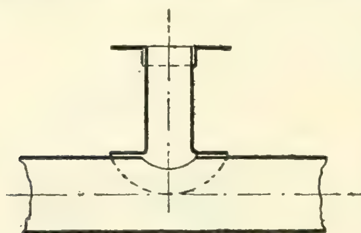


Fig. 114.

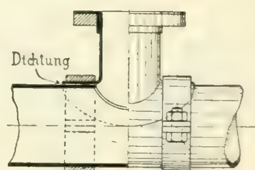


Fig. 115.

Kupferrohre.

a) Abzweige oder Stutzen können auf 3 verschiedene Arten an Kupferrohren angebracht werden:

Fig. 114. Gerader Stutzen mit Blatt hart auf das kupferne oder eiserne Rohr gelötet. In Fällen der Not kann dieser Stutzen nach zwischengelegter Gummiplatte mit 2 Schellen (Fig. 115)

angezogen werden. Fig 116 und 117 gebogene, schräge oder Schuhstutzen, mit Blatt für alle Dimensionen hart auf das kupferne oder eiserne Rohr gelötet.

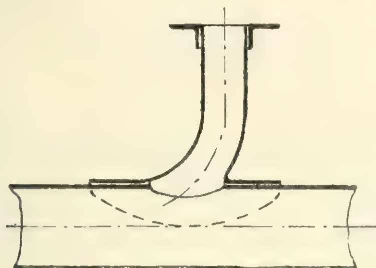


Fig. 116.

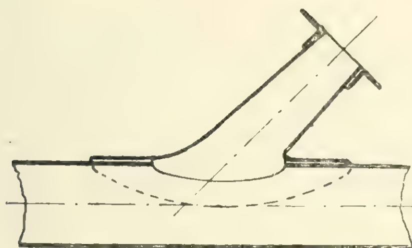


Fig. 117.

Fig. 118. Einsteckstutzen. Aus dem kupfernen Rohr wird ein Bord ausgetrieben und der kupferne Stutzen hart hineingelötet.

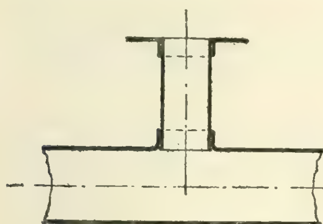


Fig 118.

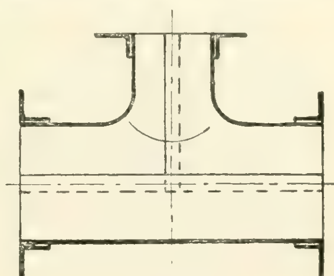


Fig. 119.

Für Stutzen von 50 mm und mehr, bei Rohren von 100 mm und mehr Durchmesser.

Fig. 119 und 120. Das T-Stück wird aus 3 Teilen getrieben

und diese hart zusammengelötet. Für Rohre und Stutzen von 80 mm und mehr brauchbar und besonders bei großen Rohren von 150 bis 500 mm verwendet.

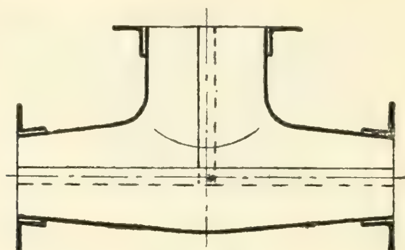


Fig. 120.

Gewicht von 100 Stück gerader **kupferner Stutzen** mit Blatt nach Fig 114 (ungefähr).

Innerer Drm. d	Gewicht von 100 Stutzen kg	Innerer Drm. d	Gewicht von 100 Stutzen kg	Innerer Drm. d	Gewicht von 100 Stutzen kg	Innerer Drm. d	Gewicht von 100 Stutzen kg	Innerer Drm. d	Gewicht von 100 Stutzen kg
10	10	35	38	60	85	85	140	110	180
15	15	40	45	65	100	90	145	115	195
20	20	45	58	70	110	95	150	120	210
25	25	50	65	75	120	100	160	125	230
30	32	55	75	80	130	105	170	130	250

b) Gewicht der Kupferrohre. In der Tabelle 29 sind die Gewichte der Kupferrohre ohne Lötnaht (Mannesmannrohre) pro laufenden Meter mitgeteilt nach den Angaben der Firma C. Heckmann A.-G. Rohre mit Lötnaht sind etwa um 3 bis 7 % schwerer.

c) Wandstärke der Kupferrohre. Die „Kaiserlich Deutsche Marine" bestimmt die Wandstärke der Kupferrohre nach den Formeln:

$$s = \frac{p \cdot d}{400} + 1,5 \quad \text{bis 100 mm Drm.} \quad (23)$$

$$s = \frac{p \cdot d}{400} \quad \text{für 125 mm Drm. und darüber,}$$

wobei k = 2 angenommen ist und ferner, daß Rohre von 125 mm Durchmesser und mehr, die 8 oder mehr Atm. inneren Druck aushalten sollen, mit verzinktem Stahldrahtau zu umwickeln sind.

Tabelle 29.

Gewichte der **Kupfer-** und **Bronzerohre** ohne Naht
pro Meter in kg.

Innerer Durchmesser in mm	Wandstärke in Millimetern									
	1	$1^1/_4$	$1^1/_2$	$1^3/_4$	2	$2^1/_2$	3	$3^1/_2$	4	5
3	0,11	0,15	0,19	0,23	0,28	0,39	0,51	0,64	—	—
4	0,14	0,18	0,23	0,28	0,34	0,46	0,59	0,74	—	—
5	0,17	0,22	0,28	0,33	0,40	0,53	0,68	0,84	1,02	—
6	0,20	0,26	0,32	0,38	0,45	0,60	0,76	0,94	1,13	1,55
7	0,23	0,29	0,36	0,43	0,51	0,67	0,85	1,04	1,24	1,70
8	0,25	0,33	0,40	0,48	0,56	0,74	0,93	1,14	1,36	1,84
9	0,28	0,36	0,44	0,53	0,62	0,81	1,02	1,24	1,47	1,98
10	0,31	0,40	0,49	0,58	0,68	0,88	1,10	1,34	1,58	2,12
11	0,34	0,43	0,53	0,63	0,73	0,95	1,19	1,43	1,70	2,26
12	0,37	0,47	0,57	0,68	0,79	1,02	1,27	1,53	1,81	2,40
13	0,40	0,50	0,61	0,73	0,85	1,07	1,36	1,63	1,92	2,54
14	0,42	0,54	0,66	0,78	0,90	1,17	1,44	1,73	2,04	2,69
15	0,45	0,57	0,70	0,83	0,96	1,24	1,53	1,83	2,15	2,83
16	0,48	0,61	0,74	0,89	1,02	1,31	1,61	1,93	2,26	2,97
17	0,51	0,64	0,78	0,93	1,07	1,38	1,70	2,03	2,37	3,11
18	0,54	0,68	0,83	0,98	1,13	1,45	1,78	2,13	2,49	3,25
19	0,57	0,72	0,87	1,03	1,19	1,52	1,87	2,23	2,60	3,39
20	0,59	0,75	0,91	1,08	1,24	1,59	1,95	2,33	2,71	3,53
21	0,62	0,79	0,95	1,13	1,30	1,66	2,04	2,42	2,83	3,68
22	0,65	0,82	1,00	1,17	1,36	1,73	2,12	2,52	2,94	3,82
23	0,68	0,86	1,04	1,22	1,41	1,80	2,20	2,62	3,05	3,96
24	0,71	0,89	1,08	1,27	1,47	1,87	2,29	2,72	3,17	4,10
25	0,73	0,93	1,12	1,32	1,53	1,94	2,37	2,82	3,28	4,24
26	0,76	0,96	1,17	1,37	1,58	2,01	2,46	2,92	3,36	4,38
27	0,79	1,00	1,21	1,42	1,64	2,08	2,54	3,02	3,50	4,52
28	0,82	1,03	1,25	1,47	1,70	2,16	2,63	3,12	3,62	4,66
29	0,85	1,07	1,29	1,52	1,75	2,23	2,71	3,22	3,73	4,81
30	0,88	1,10	1,34	1,57	1,81	2,30	2,80	3,31	3,84	4,95
31	0,90	1,14	1,38	1,62	1,87	2,37	2,88	3,41	3,96	5,09
32	0,93	1,17	1,42	1,67	1,93	2,44	2,97	3,51	4,07	5,23
33	0,96	1,21	1,46	1,72	1,98	2,51	3,05	3,61	4,18	5,37
34	0,99	1,25	1,51	1,77	2,04	2,58	3,14	3,71	4,30	5,51
35	1,02	1,28	1,55	1,82	2,09	2,65	3,22	3,81	4,41	5,66
36	1,05	1,32	1,59	1,87	2,15	2,72	3,31	3,91	4,52	5,80
37	1,07	1,35	1,63	1,92	2,20	2,79	3,39	4,01	4,64	5,94
38	1,10	1,49	1,67	1,97	2,26	2,86	3,48	4,11	4,75	6,08
39	1,13	1,42	1,72	2,02	2,32	2,93	3,56	4,21	4,86	6,22
40	1,16	1,46	1,76	2,07	2,37	3,00	3,65	4,30	4,98	6,36
41	1,19	1,49	1,80	2,11	2,43	3,07	3,73	4,40	5,09	6,50
42	1,22	1,53	1,84	2,16	2,49	3,14	3,82	4,50	5,20	6,64

Innerer Durchmesser in mm	Wandstärke in Millimetern									
	1	$1^1/_4$	$1^1/_2$	$1^3/_4$	2	$2^1/_2$	3	$3^1/_2$	4	5
43	1,24	1,56	1,89	2,21	2,54	3,22	3,90	4,60	5,32	6,79
44	1,27	1,60	1,93	2,26	2,60	3,29	3,99	4,70	5,43	6,93
45	1,30	1,63	1,97	2,31	2,66	3,36	4,07	4,80	5,54	7,07
46	1,33	1,67	2,01	2,36	2,71	3,43	4,16	4,90	5,66	7,21
47	1,36	1,70	2,06	2,41	2,77	3,50	4,24	5,00	5,77	7,35
48	1,38	1,74	2,10	2,46	2,83	3,56	4,33	5,10	5,88	7,49
49	1,41	1,78	2,14	2,51	2,83	3,64	4,41	5,19	5,99	7,63
50	1,44	1,81	2,18	2,56	2,94	3,71	4,50	5,29	6,11	7,77
51	1,47	1,85	2,23	2,61	3,00	3,78	4,58	5,39	6,22	7,92
52	1,50	1,88	2,27	2,66	3,05	3,85	4,66	5,49	6,33	8,06
53	1,53	1,92	2,31	2,71	3,11	3,92	4,75	5,59	6,45	8,20
54	1,55	1,95	2,35	2,76	3,17	3,99	4,82	5,69	6,56	8,34
55	1,58	1,99	2,40	2,81	3,22	4,06	4,92	5,79	6,67	8,48
56	1,61	2,02	2,44	2,86	3,28	4,13	5,00	5,89	6,79	8,62
57	1,64	2,06	2,48	2,91	3,34	4,21	5,09	5,99	6,90	8,76
58	1,67	2,09	2,52	2,96	3,39	4,28	5,17	6,09	7,01	8,91
59	1,70	2,13	2,56	3,01	3,45	4,35	5,26	6,18	7,12	9,05
60	1,72	2,16	2,61	3,05	3,51	4,41	5,34	6,28	7,24	9,19
61	1,75	2,20	2,65	3,10	3,56	4,49	5,43	6,38	7,35	9,33
62	1,78	2,23	2,69	3,15	3,62	4,56	5,52	6,48	7,46	9,47
63	1,81	2,27	2,73	3,20	3,68	4,63	5,60	6,58	7,58	9,61
64	1,84	2,31	2,78	3,25	3,72	4,70	5,68	6,68	7,69	9,75
65	1,87	2,34	2,82	3,30	3,79	4,77	5,77	6,78	7,80	9,90
66	1,89	2,38	2,86	3,35	3,85	4,84	5,85	6,88	7,90	10,04
67	1,92	2,41	2,90	3,40	3,90	4,91	5,94	6,98	8,03	10,18
68	1,95	2,45	2,95	3,45	3,96	4,98	6,02	7,08	8,14	10,32
69	1,98	2,48	2,99	3,50	4,01	5,05	6,11	7,17	8,26	10,46
70	2,01	2,52	3,03	3,55	4,07	5,12	6,19	7,27	8,37	10,60
71	2,04	2,55	3,07	3,60	4,13	5,19	6,28	7,37	8,48	10,74
72	2,06	2,59	3,12	3,65	4,18	5,27	6,36	7,47	8,59	10,89
73	2,09	2,62	3,16	3,70	4,24	5,34	6,45	7,57	8,71	11,03
74	2,12	2,66	3,20	3,75	4,30	5,41	6,52	7,67	8,82	11,17
75	2,15	2,69	3,24	3,80	4,35	5,48	6,62	7,77	8,93	11,31
76	2,18	2,73	3,29	3,85	4,41	5,55	6,70	7,87	9,05	11,45
77	2,21	2,76	3,33	3,90	4,47	5,62	6,78	7,97	9,16	11,59
78	2,23	2,80	3,37	3,95	4,52	5,69	6,87	8,06	9,27	11,73
79	2,26	2,84	3,41	4,00	4,58	5,76	6,95	8,16	9,39	11,87
80	2,28	2,87	3,46	4,04	4,64	5,83	7,04	8,26	9,50	12,02
81	—	2,91	3,50	4,09	4,69	5,90	7,12	8,36	9,61	12,16
82	—	2,94	3,54	4,14	4,74	5,97	7,21	8,46	9,73	12,30
83	—	2,98	5,58	4,19	4,81	6,04	7,29	8,56	9,84	12,44
84	—	3,01	3,63	4,24	4,86	6,11	7,38	8,66	9,95	12,58
85	—	3,05	3,67	4,29	4,92	6,18	7,46	8,76	10,07	12,73
86	—	3,08	3,71	4,34	4,98	6,26	7,55	8,86	10,18	12,86

Innerer Durchmesser in mm	Wandstärke in Millimetern									
	1	1¼	1½	1¾	2	2½	3	3½	4	5
87	—	3,12	3,75	4,39	5,03	6,33	7,63	8,96	10,29	13,01
88	—	3,15	3,80	4,44	5,09	6,40	7,72	9,05	10,40	13,15
89	—	3,19	3,84	4,49	5,15	6,47	7,80	9,15	10,52	13,29
90		3,22	3,88	4,54	5,20	6,54	7,89	9,25	10,63	13,43
91	—	—	3,92	4,59	5,26	6,61	7,97	9,35	10,74	13,57
92	—	—	3,96	4,64	5,31	6,68	8,06	9,45	10,86	13,71
93	—	—	4,01	4,69	5,37	6,75	8,14	9,55	10,97	13,85
94	—	—	4,05	4,74	5,43	6,82	8,23	9,65	11,08	14,00
95	—	—	4,09	4 79	5,48	6,89	8,31	9,75	11.20	14,14
96	—	—	4,13	4,84	5,54	6,96	8,40	9,85	11,31	14,28
97	—	—	4,18	4,89	5,60	7,03	8,48	9,94	11,42	14,42
98	—	—	4,22	4,94	5,65	7,10	8,57	10,04	11,54	14,56
99	—	—	4,26	4,99	5,71	7 17	8,65	10,14	11,65	14,70
100	—	—	4,30	5,03	5,77	7,24	8,74	10,24	11,76	14,84
101	—	—	—	—	5,82	7,32	8,82	10,34	11,87	14,99
102	—	—	—	—	5,88	7,39	8,91	10,44	11,99	15,13
103	—	—	—	—	5,94	7,46	8,99	10,54	12.10	15,27
104	—	—	—	—	5,99	7,53	9,08	10,64	12,21	15,41
105	—	—	—	—	6,05	7,60	9,16	10,74	12,33	15,55
106	—	—	—	—	6,11	7,67	9,25	10,84	12,44	15,69
107	—	—	—	—	6,16	7,74	9,33	10,93	12,55	15,83
108	—	—	—	—	6,22	7,81	9,42	11,03	12,67	15,98
109	—	—	—	—	6,28	7,88	9,50	11.13	12,78	16,12
110	—	—	—	—	6,33	7,95	9,59	11,23	12,89	16,26
111	—	—	—	—	6,39	8,02	9,67	11,33	13,00	16,40
112	—	—	—	—	6,45	8,09	9,76	11,43	13,12	16,54
113	—	—	—	—	6,50	8,16	9,84	11,53	13,23	16,68
114	—	—	—	—	6,56	8,23	9,93	11,63	13,34	16,82
115	—	—	—	—	6,61	8,30	10,01	11,73	13,46	16,97
116	—	—	—	—	6,67	8,38	10,10	11,83	13,57	17,11
117	—	—	—	—	6,73	8,45	10,18	11,93	13,68	17,25
118	—	—	—	—	6,78	8,52	10,27	12,02	13 80	17,39
119	—	—	—	—	6,84	8,59	10,35	12 12	13,91	17,53
120	—	—	—	—	6,90	8,66	10,44	12,22	14,02	17,67
121	—	—	—	—	—	8,73	10,52	12,32	14,14	17,81
122	—	—	—	—	—	8,80	10,61	12,42	14,25	17,95
123	—	—	—	—	—	8,87	10,69	12,52	14,36	18,09
124	—	—	—	—	—	8,94	10,78	12,62	14,48	18,23
125	—	—	—	—	—	9,01	10,86	12,72	14,59	18,37
126	—	—	—	—	—	—	10,95	12,82	14,70	18,51
127	—	—	—	—	—	—	11,03	12,92	14,82	18,65
128	—	—	—	—	—	—	11,12	13,01	14,93	18,79
129	—	—	—	—	—	—	11,20	13,11	15,04	18,93
130	—	—	—	—	—	—	11,28	13,21	15,15	19 08

Innerer Durchmesser in mm	Wandstärke in Millimetern									
	1¾	2	2½	3	3½	4	5	6	7	8
131	—	—	—	11,37	13,31	15,27	19,23	23,25	37,32	31,45
132	—	—	—	11,45	13 41	15,38	19,37	23,41	27,51	31,66
133	—	—	—	11,54	13,53	15,53	19,55	23,62	27,74	31.90
134	—	—	—	11,62	13,64	15,66	19,71	23,76	27,94	32,12
135	—	—	—	11,71	13,73	15,76	19,82	23,92	28,15	32,35
136	—	—	—	11,79	13,81	15,83	19,94	24,08	28,31	32,57
137	—	—	—	11,88	13,90	15,93	20,05	24,21	28,46	32.80
138	—	—	—	11.97	14,00	16,04	20,18	24,36	28.70	33,05
139	—	—	—	12,05	14,11	16,17	20.33	24.60	28,94	33 25
140	—	—	—	12,13	14,20	16,29	20,59	24,77	29,11	33,47
141	—	—	—	12,21	14,29	16,40	20,70	24,93	29,29	33,69
142	—	—	—	12.29	14,39	16,52	20,81	25,09	29,48	33.93
143	—	—	—	12,38	14,49	16,63	20,93	25,26	29,68	34,15
144	—	—	—	12,47	14,60	16,74	21,06	25,45	29,89	34,38
145	—	—	—	12,56	14,70	16,85	21,21	25,61	30,09	34,61
146	—	—	—	12,64	14,80	16,96	21,35	25,78	30,28	34,83
147	—	—	—	12,73	14,90	17,07	21,49	25,95	30,48	35,06
148	—	—	—	12,82	15,00	17,19	21,64	26.13	30,68	35,29
149	—	—	—	12,90	15,09	17,30	21,77	26,29	30.88	35,51
150	—	—	—	12,98	15,19	17,41	21,91	26,46	31,08	35,73
151	—	—	—	13,06	15,29	17,53	22,05	26,63	31,28	25,96
152	—	—	—	13,14	15,38	17,64	22,19	26,80	31,47	36,18
153	—	—	—	13,22	15,48	17,75	22,33	26,97	31.66	36,41
154	—	—	—	13,31	15,58	17,87	22,47	27,14	31,86	36,64
155	—	—	—	13,39	15,68	17,98	22,61	27,31	32,06	36,86
156	—	—	—	13,48	15,78	18,10	22,76	27,48	32,26	37,09
157	—	—	—	13.57	15,89	18,22	22,91	27,66	32,46	37,32
158	—	—	—	13,65	15,98	18,33	23.05	27.82	32,66	37,55
159	—	—	—	13.73	16,08	18,44	23,19	27,99	32,86	37,88
160	—	—	—	13,82	16,18	18,55	23,33	28,16	33,06	38,01
161	—	—	—	13,91	16,28	18,66	23,47	28,33	33.25	38,23
162	—	—	—	14,00	16,38	18,77	23,61	28,50	33,45	38,45
163	—	—	—	14,09	16,48	18,89	23,75	28,67	33.65	38,68
164	—	—	—	14.17	16,58	19,00	23,89	28,84	33,84	38,90
165	—	—	—	14,25	16,68	19,11	24.03	29,01	34,03	39.12
166	—	—	—	14.33	16,78	19,22	24,17	29,18	34,23	39.35
167	—	—	—	14,42	16,88	19,34	24,32	29,35	34,43	39,58
168	—	—	—	14,50	16,97	19,45	24,46	29,51	34,63	39.80
169	—	—	—	14,58	17,07	19,56	24,60	29,68	34,83	40,03
170	—	—	—	14,67	17,17	19,67	24,74	29,85	35,03	40.26
171	—	—	—	14,76	17,27	19,79	24,88	30,02	35,23	40,49
172	—	—	—	14,84	17,37	19,90	25,03	30,19	35,42	40,70
173	—	—	—	14,92	17,47	20,01	25,20	30,36	35,62	40,91
174	—	—	—	15,00	17,57	20,12	25,36	30,53	35,82	41,12

Innerer Durchmesser in mm	Wandstärke in Millimetern									
	1¾	2	2½	3	3½	4	5	6	7	8
175	—	—	—	15,09	17,67	20,24	25,53	30,71	36,02	41,34
176	—	—	—	15,17	17,76	20,35	25,65	30,87	36,21	41,57
177	—	—	—	15,26	17,86	20,46	25,77	31,04	36.41	41,81
178	—	—	—	15,35	17,96	20,57	25,89	31,21	36,61	42,05
179	—	—	—	15,44	18,06	20,69	26,02	31,38	36,81	42,29
180	—	—	—	15,53	18,16	20,81	26,15	31,55	37,01	42,53
181	—	—	—	15,61	18,25	20,92	26,29	31,72	37,21	42,75
182	—	—	—	15 69	18,35	21,03	26,43	31.89	37,41	42,97
183	—	—	—	15,77	18,45	21,14	26,57	32,06	37,62	43,19
184	—	—	—	15,85	18,55	21,25	26,71	32,23	37,83	43,41
185	—	—	—	15,93	18,65	21,36	26,85	32,40	38,04	43,63
186	—	—	—	16,01	18,75	21,47	26,99	32,57	38,25	43,86
187	—	—	—	16 10	18,85	21,58	27.13	32,74	38,46	44,09
188	—	—	—	16,18	18,95	21,70	27,27	32,91	38,67	44.32
189	—	—	—	16,27	19,05	21,82	27,42	33,09	38,88	44,55
190	—	—	—	16,37	19,15	21,94	27,57	33,25	39,09	44,78
191	—	—	—	16,45	19,24	22,05	27,71	33,42	39,27	45,00
192	—	—	—	16,53	19,34	22,16	27,85	33,59	39,45	45,22
193	—	—	—	16,61	19,44	22,27	27,99	33,76	39,64	45,44
194	—	—	—	16,69	19,54	22,38	28,23	33,93	39,83	45,67
195	—	—	—	16,77	19,64	22,49	28,27	34,10	40,02	45,90
196	—	—	—	16,86	19,74	22,60	28,41	34,27	40,21	46,13
197	—	—	—	16,95	19,84	22,72	28,55	34,44	40,40	46,36
198	—	—	—	17,04	19,94	22,84	28,69	34,61	40,59	46,59
199	—	—	—	17,13	20,04	22,96	28,83	34,78	40,78	46,82
200	—	—	—	17,22	20,14	23,08	28,98	34,95	40,97	47,05
201	—	—	—	—	—	23,19	29,12	35,12	41,16	47,27
202	—	—	—	—	—	23,30	29,26	35,29	41,35	47,49
203	—	—	—	—	—	23,41	29,40	35,46	41,55	47,71
204	—	—	—	—	—	23,52	29,54	35,63	45,75	47,93
205	—	—	—	—	—	23,63	29,68	35,80	41,95	48,16
206	—	—	—	—	—	23,74	29,82	35,97	42,15	48,39
207	—	—	—	—	—	23,85	29,96	36,14	42,35	48,62
208	—	—	—	—	—	23,96	30,10	36,31	42,55	48,85
209	—	—	—	—	—	24,08	30,24	36,48	42,75	49,09
210	—	—	—	—	—	24,20	30,39	36,65	42,95	49,31
211	—	—	—	—	—	24,31	30,53	36,81	43,14	49,53
212	—	—	—	—	—	24,42	30,67	36,98	43,33	49,75
213	—	—	—	—	—	24,53	30,81	37,15	43,53	49,97
214	—	—	—	—	—	24,64	30,95	37,32	43,73	50,20
215	—	—	—	—	—	24,75	31,09	37,49	43,93	50,43
216	—	—	—	—	—	24,86	31,23	37.66	44,13	50,66
217	—	—	—	—	—	24,98	31,37	37,83	44,33	50,89
218	—	—	—	—	—	25,10	31,52	38,00	44.53	51,12

Innerer Durchmesser in mm	Wandstärke in Millimetern									
	$1^3/_4$	2	$2^1/_2$	3	$3^1/_2$	4	5	6	7	8
219	—	—	—	—	—	25,22	31,67	38,17	44,73	51,35
220	—	—	—	—	—	25,34	31.82	38,34	44,93	51,58
221	—	—	—	—	—	25,45	31,96	38,50	45,12	51,80
222	—	—	—	—	—	25,56	32.10	38.67	45.31	52.02
223	—	—	—	—	—	25,67	32,24	38.84	45.51	52,24
224		—	—	—	—	25,78	32.38	39,C1	45.71	52 46
225	—	—	—	—	—	25.89	32,52	39,18	45,91	52,68
226	—	—	—	—	—	26,00	32,66	39,35	46,11	52,91
227	—	—	—	—	—	26,11	32,80	39,52	46,31	53,14
228	—	—	—	—	—	26,22	32,94	39,69	46,51	53,37
229		—	—	—	—	26,34	33,08	39,86	46,71	53,60
230	—	—	—	—	—	26,46	33,22	40,03	46,91	53,83

Die Wandstärke der Kupferrohre mit innerem Druck nach den Formeln der Kaiserlichen Marine findet sich in Tabelle 30.

Tabelle 30.

Wandstärken **kupferner Rohre** für Innendrucke von 8 bis 20 Atm. nach den Formeln der Kaiserlichen Marine (Formel 23).

Innerer Drm. d mm	Innerer Überdruck in Atm. p							Innerer Drm. d mm	Innerer Überdruck in Atm. p						
	8	10	12	14	16	18	20		8	10	12	14	16	18	20
30	2,25	2,25	2,5	2,75	2,75	3,0	3,0	175	3,5	4,5	5,25	6,25	7,0	8,0	9,0
40	2,5	2,5	2,75	3,0	3,25	3,5	3,5	200	4	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
50	2,5	2,75	3,0	3,25	3,5	3,75	4,0	225	4,5	5,75	7,0	8,0	9,25	10,6	11,5
60	2,75	3,0	3,25	3,75	4,0	4,25	4,5	250	5	6,75	7,5	8,75	10,0	11,25	12,5
70	3,0	3,25	3,75	4,0	4,5	4,75	5,0	275	5,5	7,0	8,5	10,0	11,25	12,5	14,0
80	3,25	3,5	4,0	4,5	4,75	5,25	5,5	300	6	7,5	9,0	10,5	12,0	13,5	15,0
90	3,5	3,75	4,25	4,75	5,0	5,5	6,0	325	6,5	8,25	9,75	11,5	13,0	14,5	16,5
100	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	350	7	9,0	10,5	12,25	14,0	15,75	17,5
125	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	375	7,5	9,5	11,25	13,25	15,0	17,0	19,0
150	3,5	4,25	4,5	5,25	6,0	6,75	7,5	400	8	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0

Für die Dicke des Taues gelten folgende Maße:

Lichte Rohrweite	125—150	155—200	205—250	255—300	305—350	355—400
Umfang des Drahttaues in cm .	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0

In industriellen Betrieben wählt man aus Sparsamkeit die Wanddicke der Kupferrohre etwas geringer, weil etwaige Brüche, die übrigens ganz außerordentlich selten vorkommen, nicht so verhängnisvolle Folgen haben wie auf Schiffen.

Für die Berechnung der Wandstärken kupferner Rohre, die nicht für die Kaiserliche Marine bestimmt sind, kann man sich der folgenden Formel bedienen:

$$s = \frac{p \cdot d}{600} + 1{,}5 \qquad (24)$$

welche unserer Meinung nach für gewöhnlich hinreichend starke Rohre ergibt. Wo es auf besondere Sicherheit ankommt, wird man die Dicke etwas vergrößern, etwa um 0,5—1 mm. Ebenso wird man es mit Rohren tun, die gebogen werden sollen. Die Tabelle 31 ist nach der letzten Formel 24 berechnet.

Tabelle 31.

Wandstärke **kupferner Rohre** für inneren Überdruck von 2 bis 50 Atm. (Formel 24).

Drm.	Innerer Überdruck in Atm. p											
d	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	30	50
10	1,5	1,6	1,6	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	2,0	2,0	2,2	2,5
20	1,5	1,6	1,6	1,8	2,0	2,0	2,0	2,0	2,2	2,2	2,5	3,2
25	1,5	1,8	1,6	1,8	2,0	2,0	2,0	2,2	2,2	2,2	2,5	3,5
30	1,6	1,8	1,8	2,0	2,0	2,2	2,2	2.2	2,5	2,5	3,0	4,0
35	1,6	1,8	1,8	2,0	2,0	2,2	2,2	2.2	2,5	2,5	3 0	4,5
40	1,6	1,8	1,8	2,0	2,25	2,5	2,5	2,5	2,8	2.8	3,5	5,0
45	1.6	1,8	1,8	2,0	2,25	2,5	2,5	2,5	2,8	3,0	3,5	5,5
50	1,8	2,0	2,0	2,2	2,5	2,5	2,5	2,8	3,0	3,2	4,0	5,5
55	1,8	2,0	2,0	2,2	2,5	2,5	2,8	2,8	3,0	3,2	4,0	6,0
60	1,8	2,0	2,2	2,5	2,5	2,8	3,0	3,2	3,2	3,5	4,5	6,5
65	1,8	2,0	2,2	2,5	2,5	2,8	3,0	3,2	3,2	3.5	4,5	7,0
70	1.8	2.0	2,2	2,5	2,8	3,0	3,2	3,5	3,5	3,8	5,0	7,5
75	1,8	2,0	2,2	2,5	2,8	3,0	3,2	3.5	3,8	3,8	5,0	7,5
80	1,8	2,2	2,5	2,5	3,0	3,2	3,5	3,8	4,0	4.0	5,5	8,0
85	2,0	2,2	2,5	2,5	3,0	3,2	3,5	3,8	4,0	4.0	5,5	8,5
90	2.0	2,2	2,5	2,8	3,0	3,5	3,5	4,0	4,2	4,5	6,0	8,5
95	2.0	2,2	2,5	2,8	3,0	3,5	3,8	4,0	4,2	4.5	6,0	9,0
100	2,0	2,2	2,5	2,8	3,2	3,5	3,8	4,2	4,5	5,0	6,5	9,5
105	2,0	2,2	2,5	2,8	3,2	3,5	3,8	4,2	4,5	5,0	6,5	–
110	2,0	2,2	2.5	3,0	3,5	3,8	4,0	4,5	4,8	5,25	7,0	—
115	2,0	2,2	2,8	3,2	3,5	3,8	4,2	4,5	4,8	5,25	7,0	—
120	2,0	2,5	2,8	3,2	3,5	4,0	4,2	4,8	5,0	5,5	7,5	—

Fortsetzung von Tabelle 31. **(Kupferrohre.)**

Drm. d	Innerer Überdruck in Atm. p 2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	30	50
125	2,0	2,5	2,8	3,2	3,5	4,0	4,2	4,8	5,0	5,5	7,5	—
130	2,0	2,5	2,8	3,2	3,8	4,2	4,5	5,0	5,5	5,8	8,0	—
135	2,0	2,5	2,8	3,2	3,8	4,2	4,5	5,0	5,5	5,8	8,0	—
140	2,2	2,5	3,0	3,5	3,8	4,2	4,8	5,2	5,8	6,25	8,5	—
145	2,2	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,25	8,5	—
150	2,2	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	9,0	—
155	2,2	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	9,0	—
160	2,2	2,8	3,0	3,5	4,0	4,8	5,2	5,8	6,5	7,0	9,5	—
165	2,2	2,8	3,2	3,8	4,0	4,8	5,2	5,8	6,6	7,0	9,5	—
170	2,2	2,8	3,2	3,8	4,25	5,0	5,5	6,0	6,8	7,25	10,0	—
175	2,2	2,8	3,2	3,8	4,25	5,0	5,5	6,0	6,8	7,25	10,0	—
180	2,2	2,8	3,2	4,0	4,5	5,2	5,8	6,5	7,0	7,5	10,5	—
185	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,2	6,0	6,5	7,0	7,5	10,5	—
190	2.5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,2	6,0	6,5	7,2	7,8	10,5	—
195	2,5	3,0	3,5	4,2	4,8	5,5	6,5	7,0	7,5	8,1	11,0	—
200	2,5	3,0	3,5	4,2	5,0	5,5	6,5	7,0	7,5	8,1	11,0	—
210	2,7	3,0	3,6	4,2	5,0	5,7	6,5	7,0	7,8	8,5	—	—
220	2,7	3,0	3,7	4,2	5,1	5,9	6,5	7,0	7,9	8,8	—	—
230	2.7	3,0	3,8	4,3	5,3	6,0	6,6	7,2	8,1	9,0	—	—
240	2,8	3,1	3,9	4,5	5,5	7,3	6,9	7,5	8,5	9,5	—	—
250	2,8	3,2	4,0	4,6	5,7	6,5	7,1	7,7	8,8	9,8	—	—
260	2,9	3,2	4,1	4,8	6,0	6,7	7,3	8,0	9,0	10,1	—	—
270	2,9	3,3	4,2	4,9	6,2	6,9	7,6	8,3	9,5	10,5	—	—
280	2,9	3,4	4,3	5,1	5,3	7,1	7,8	8,5	9,7	10,8	—	—
290	3,0	3,4	4,4	5,3	6,4	7,3	8,0	8,7	9,9	11,1	—	—
300	3,0	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,3	9,0	10,3	11,5	—	—
325	3,0	3,7	4,75	5,9	6,9	8,0	8,8	9,6	11,3	12,3	—	—
350	3,2	3,8	5,0	6,2	7,3	8,5	9,3	10,3	11,7	13,0	—	—
375	3,2	4,0	5,25	6,5	7,7	9,0	10,0	10,9	12,5	14,0	—	—
400	3,3	4,2	5,5	6,5	8,1	9,5	10,3	11,5	13,2	14,8	—	—
450	3,5	4,5	6,0	5,1	9,0	10,5	11,6	12,7	14,2	16,5	—	—
500	3,6	4,8	6,5	7,8	9,8	11,5	13,3	15,0	16,0	17,1	—	—

Lot.

a) Schlaglot hat folgende verschiedene Zusammensetzungen:

Kupfer	55	50	47	40 %
Zink	45	50	53	60 %
Schmelzpunkt etwa	880°	870°	835°	835° C.

b) Zinnlot schmilzt bei 135° bis 160° C; es hat nicht immer die gleiche Zusammensetzung. Diese schwankt vielmehr:

Blei	55	40	35 %
Zinn.	45	60	65 %
Schmelzpunkt . .	160°	135°	137°

Je mehr Zinn das Lot enthält, desto fester ist es, doch findet die Zunahme der Festigkeit nicht proportional der Zunahme des Zinngehaltes statt. Je größer die mit Zinn zusammengelöteten Flächen sind, desto geringer, pro 1 qcm, scheint die Festigkeit der Lötstellen gegen Abscheren (Abreißen) zu sein. Man darf annehmen, daß 1 qcm gut ausgeführte Zinnlötung mit Sicherheit 25 kg Zug aushält. Die Bruchbelastung liegt zwischen 120 und 320 kg pro qcm. Die Zinnlötstelle zweier Kupferbleche ist etwa so fest wie die zusammengelöteten Kupferbleche, wenn ihre Fläche 13 mal so groß wie der Querschnitt des Kupfers ist. Die Überlappungsbreite zusammengelöteter Kupferbleche oder -Rohre sei 20 mal so groß wie deren Dicke.

Messingrohre. Die Tabelle 33 enthält die Gewichte der Messingrohre ohne Naht, Patent Mannesmann, nach Angabe der Firma C. Heckmann Akt.-Ges.

Metalle.

Tabelle 32.

Metalle	Spez. Gewicht	Spez. Wärme	Schmelzpunkt	Längen-Ausdehnung mm pr. 1 m für 100° C	Bruchbelastung für Zug pr. qmm K	Zulässige Zugbelastung pr. mm k
Aluminium	2,6—2,7	0,2122	600°	2,180	10—12	2—3
Blei . . .	11,3	0,0315	326°	2,848	1,25	0,25
Eisen . .	7,8	0,1124	1200°	1,211	34—45	6,5—7,5
Kadmium .	8,6	0,0548	315°	—	—	—
Kupfer . .	9	0,0933	1054°	1,717	geglüht 20—22 hart 22—35	4,5—5,5
Nickel . .	9	0,1092	1450°	—	—	—
Wismut .	9,8	0,0298	260°	—	—	—
Zink . . .	7,0	0,0935	412°	3,108	19	4
Zinn . . .	7,25	0,0559	230°	1,938	3,5	0,7

Messing 60/40	geglüht	K = 39—47	hart bis 60	sp. G. 8,5
„ 70/30	„	„ = 33—35	„ 35—40	
Mangan-Phosphorbronze . .	„	„ = 34—37	„ bis 55	„ „ 9
Aluminiumbronze			„ „ 90	„ „ 7,5
Heckmannsche Kupferbronze	„	„ = 28—30	„ 30—40	„ „ 9

Die Zugfestigkeit des Kupfers nimmt mit steigender Temperatur ab und beträgt nach C. Bach bei:

50	100	150	200	250	285	367	451	556° C
98 %	95 %	91 %	85 %	79 %	75 %	66 %	51 %	33 %

von denjenigen bei 0° C.

Tabelle 33.

Gewichte der **Messingrohre,** der laufende Meter in kg.

Äußerer Durchmesser in mm	Wandstärke in Millimetern																
	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	2 1/2	2 3/4	3	3 1/4	3 1/2	3 3/4	4	4 1/2	5
5	0,06	0,08	0,11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	0,07	0,10	0,13	0,16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	0,09	0,13	0,16	0,19	0,22	0,24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	0,10	0,15	0,19	0,22	0,26	0,29	0,32	0,34	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	0,11	0,16	0,21	0,26	0,30	0,34	0,37	0,40	0,43	0,46	—	—	—	—	—	—	—
10	0,13	0,19	0,24	0,29	0,34	0,39	0,43	0,47	0,50	0,53	—	—	—	—	—	—	—
11	0,14	0,21	0,27	0,32	0,38	0,43	0,48	0,53	0,57	0,61	—	—	—	—	—	—	—
12	0,15	0,22	0,29	0,36	0,42	0,48	0,53	0,59	0,63	0,68	0,72	—	—	—	—	—	—
13	0,17	0,24	0,32	0,39	0,46	0,53	0,59	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,89	—	—	—	—
14	0,18	0,26	0,35	0,42	0,50	0,57	0,64	0,70	0,77	0,83	0,88	0,93	0,98	—	—	—	—
15	0,19	0,28	0,37	0,46	0,54	0,62	0,69	0,77	0,83	0,90	0,96	1,02	1,07	1,13	1,17	—	—
16	0,21	0,30	0,40	0,49	0,58	0,67	0,75	0,83	0,90	0,97	1,04	1,11	1,17	1,23	1,28	1,38	1,47
17	0,22	0,32	0,43	0,52	0,62	0,71	0,80	0,90	0,97	1,05	1,12	1,19	1,26	1,33	1,39	1,50	1,60
18	0,23	0,35	0,45	0,56	0,66	0,76	0,85	0,95	1,03	1,12	1,20	1,28	1,35	1,43	1,50	1,62	1,73
19	0,25	0,37	0,48	0,59	0,70	0,81	0,91	1,01	1,10	1,19	1,28	1,37	1,45	1,53	1,60	1,74	1,87
20	0,26	0,39	0,51	0,62	0,74	0,85	0,96	1,07	1,17	1,27	1,36	1,45	1,54	1,63	1,71	1,86	2,00
21	0,27	0,41	0,53	0,66	0,78	0,90	1,01	1,13	1,23	1,31	1,44	1,54	1,63	1,73	1,82	1,98	2,11
22	0,29	0,43	0,56	0,69	0,82	0,95	1,07	1,19	1,30	1,41	1,52	1,63	1,73	1,83	1,92	2,10	2,27
23	0,30	0,45	0,59	0,73	0,86	0,99	1,12	1,25	1,37	1,49	1,60	1,71	1,82	1,93	2,03	2,22	2,40
24	0,31	0,47	0,61	0,76	0,90	1,04	1,17	1,31	1,43	1,56	1,68	1,80	1,92	2,03	2,14	2,34	2,54
25	0,33	0,49	0,64	0,79	0,94	1,09	1,23	1,37	1,50	1,63	1,76	1,89	2,01	2,13	2,24	2,46	2,67
26	0,34	0,51	0,67	0,83	0,98	1,13	1,28	1,43	1,57	1,71	1,84	1,97	2,10	2,23	2,35	2,58	2,80
27	0,35	0,53	0,69	0,86	1,02	1,18	1,33	1,49	1,63	1,78	1,92	2,06	2,20	2,33	2,46	2,70	2,94

Gewichte der **Messingrohre,** der laufende Meter in kg.

Äußerer Durchmesser in mm	Wandstärke in Millimetern																
	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	2 1/2	2 3/4	3	3 1/4	3 1/2	3 3/4	4	4 1/2	5
28	0,37	0,55	0,72	0,89	1,06	1,23	1,39	1,55	1,70	1,85	2,00	2,15	2,29	2,43	2,56	2,82	3,07
29	0,38	0,57	0,75	0,93	1,10	1,27	1,44	1,61	1,77	1,93	2,08	2,23	2,38	2,53	2,67	2,94	3,20
30	0,39	0,59	0,77	0,96	1,14	1,32	1,50	1,67	1,84	2,00	2,16	2,32	2,48	2,63	2,78	3,06	3,34
31	0,41	0,61	0,80	0,99	1,18	1,37	1,55	1,73	1,90	2,07	2,24	2,41	2,57	2,73	2,88	3,18	3,47
32	0,42	0,63	0,83	1,03	1,22	1,41	1,60	1,79	1,97	2,15	2,32	2,49	2,66	2,83	2,99	3,30	3,60
33	0,43	0,65	0,85	1,06	1,26	1,46	1,65	1,85	2,04	2,22	2,40	2,58	2,76	2,93	3,10	3,42	3,74
34	0,45	0,67	0,88	1,09	1,30	1,51	1,71	1,91	2,10	2,29	2,48	2,67	2,85	3,03	3,20	3,54	3,87
35	0,46	0,69	0,91	1,13	1,34	1,55	1,76	1,97	2,17	2,37	2,56	2,75	2,94	3,13	3,31	3,66	4,01
36	0,47	0,71	0,93	1,16	1,38	1,60	1,81	2,03	2,24	2,44	2,64	2,84	3,04	3,23	3,42	3,78	4,14
37	0,49	0,73	0,96	1,19	1,42	1,65	1,87	2,09	2,30	2,51	2,72	2,93	3,13	3,33	3,52	3,91	4,27
38	0,50	0,75	0,99	1,23	1,46	1,69	1,92	2,15	2,37	2,59	2,80	3,02	3,22	3,43	3,63	4,03	4,41
39	0,52	0,77	1,01	1,26	1,50	1,74	1,98	2,21	2,44	2,66	2,88	3,10	3,32	3,53	3,74	4,15	4,54
40	0,53	0,79	1,04	1,29	1,54	1,79	2,03	2,27	2,50	2,73	2,96	3,19	3,41	3,63	3,84	4,27	4,67
41	0,54	0,81	1,07	1,33	1,58	1,83	2,08	2,33	2,57	2,81	3,04	3,28	3,50	3,73	3,95	4,39	4,81
42	0,56	0,83	1,09	1,36	1,62	1,88	2,14	2,39	2,64	2,88	3,12	3,36	3,60	3,83	4,06	4,51	4,94
43	0,57	0,85	1,12	1,39	1,66	1,93	2,19	2,45	2,70	2,95	3,20	3,45	3,69	3,93	4,16	4,63	5,07
44	0,58	0,87	1,15	1,43	1,70	1,97	2,24	2,51	2,77	3,03	3,28	3,54	3,78	4,03	4,27	4,75	5,21
45	0,60	0,89	1,17	1,46	1,74	2,02	2,30	2,57	2,84	3,10	3,36	3,62	3,88	4,13	4,38	4,87	5,34
46	0,61	0,91	1,20	1,49	1,78	2,07	2,35	2,63	2,90	3,17	3,44	3,71	3,97	4,23	4,49	4,99	5,47
47	0,62	0,93	1,23	1,53	1,82	2,11	2,40	2,69	2,97	3,25	3,52	3,80	4,06	4,33	4,59	5,11	5,61
48	0,64	0,95	1,25	1,56	1,86	2,16	2,46	2,75	3,04	3,32	3,60	3,88	4,16	4,43	4,70	5,23	5,74
49	0,65	0,97	1,28	1,59	1,90	2,21	2,51	2,81	3,11	3,40	3,68	3,97	4,25	4,53	4,81	5,35	5,87
50	0,66	0,99	1,31	1,63	1,94	2,25	2,56	2,87	3,17	3,47	3,76	4,06	4,35	4,63	4,91	5,47	6,01

Gewichte der **Messingrohre,** der laufende Meter in kg.

Äußerer Durchmesser in mm	Wandstärke in Millimetern																
	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	2 1/2	2 3/4	3	3 1/4	3 1/2	3 3/4	4	4 1/2	5
51	—	1,01	1,33	1,66	1,98	2,30	2,62	2,93	3,24	3,54	3,84	4,14	4,44	4,73	5,02	5,59	6,14
52	—	1,03	1,36	1,69	2,02	2,35	2,67	2,99	3,30	3,62	3,92	4,23	4,53	4,83	5,13	5,71	6,27
53	—	1,05	1,39	1,73	2,06	2,39	2,72	3,05	3,37	3,69	4,00	4,32	4,63	4,93	5,24	5,83	6,41
54	—	1,07	1,41	1,76	2,10	2,44	2,78	3,11	3,44	3,76	4,08	4,40	4,72	5,03	5,34	5,95	6,54
55	—	1,09	1,44	1,79	2,14	2,49	2,83	3,17	3,50	3,83	4,16	4,49	4,81	5,13	5,44	6,06	6,67
56	—	1,11	1,47	1,83	2,18	2,53	2,88	3,23	3,57	3,91	4,24	4,58	4,91	5,23	5,55	6,18	6,80
57	—	1,13	1,50	1,86	2,22	2,58	2,94	3,29	3,64	3,99	4,33	4,66	5,00	5,33	5,66	6,30	6,94
58	—	1,15	1,52	1,89	2,26	2,63	2,99	3,35	3,71	4,06	4,41	4,75	5,09	5,43	5,76	6,42	7,07
59	—	1,17	1,55	1,93	2,30	2,67	3,04	3,41	3,77	4,13	4,49	4,84	5,19	5,53	5,87	6,54	7,21
60	—	1,19	1,58	1,96	2,34	2,72	3,10	3,47	3,84	4,20	4,57	4,92	5,28	5,63	5,98	6,66	7,34
61	—	1,21	1,60	1,99	2,38	2,77	3,15	3,53	3,90	4,28	4,65	5,01	5,37	5,73	6,08	6.78	7,47
62	—	1,23	1,63	2,03	2,42	2,81	3,20	3,59	3,97	4,35	4,73	5,10	5,47	5,83	6,19	6,90	7,61
63	—	1,25	1,65	2,06	2,46	2,86	3,26	3,65	4,04	4,42	4,81	5,18	5,56	5,93	6,30	7,02	7,74
64	—	1,27	1,68	2,09	2,50	2,91	3,31	3,71	4,10	4,50	4,89	5,27	5,65	6,03	6,40	7,14	7,87
65	—	1,29	1,71	2,13	2,54	2,95	3,36	3,77	4,17	4,57	4,97	5,36	5,75	6,13	6,51	7,26	8,01
66	—	1,31	1,73	2,16	2,58	3,00	3,42	3,83	4,24	4,64	5,05	5,45	5,84	6,23	6,62	7,39	8,14
67	—	1,33	1,76	2,19	2,62	3,05	3,47	3,89	4,31	4,72	5,13	5,53	5,93	6,33	6,72	7,51	8,27
68	—	1,35	1,79	2,23	2,66	3,09	3,52	3,95	4,37	4,79	5,21	5,62	6,03	6,43	6,83	7,63	8,41
69	—	1,37	1,81	2,26	2,70	3,14	3,58	4,01	4,44	4,86	5,29	5,71	6,12	6,53	6,94	7,75	8,54
70	—	1,39	1,84	2,29	2,74	3,19	3,63	4,07	4,51	4,94	5,37	5,79	6,21	6,63	7,04	7,87	8,67
71	—	—	1,87	2,33	2,78	3,24	3,68	4,13	4,57	5,01	5,45	5,88	6,31	6,73	7,15	7,99	8,81
72	—	—	1,89	2,36	2,82	3,28	3,74	4,19	4,64	5,08	5,53	5,97	6,40	6,83	7,26	8,11	8,94
73	—	—	1,92	2,39	2,86	3,33	3,79	4,25	4,71	5,16	5,61	6,05	6,49	6,93	7,37	8,23	9,07

Gewichte der **Messingrohre**, der laufende Meter in kg.

Äußerer Durchmesser in mm	Wandstärke in Millimetern																
	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	2 1/2	2 3/4	3	3 1/4	3 1/2	3 3/4	4	4 1/2	5
74	—	—	1,95	2,43	2,90	3,38	3,84	4,31	4,77	5,23	5,69	6,14	6,59	7,03	7,47	8,35	9,21
75	—	—	1,97	2,46	2,94	3,42	3,90	4,37	4,84	5,30	5,77	6,23	6,68	7,13	7,58	8,47	9,34
76	—	—	2,00	2,50	2,98	3,47	3,95	4,43	4,91	5,38	5,85	6,32	6,78	7,23	7,69	8,59	9,47
77	—	—	2,03	2,53	3,02	3,52	4,00	4,49	4,97	5,45	5,93	6,40	6,87	7,33	7,79	8,71	9,61
78	—	—	2,05	2,56	3,06	3,56	4,06	4,55	5,04	5,52	6,01	6,49	6,96	7,43	7,90	8,83	9,74
79	—	—	2,08	2,60	3,10	3,61	4,11	4,61	5,11	5,60	6,09	6,57	7,05	7,53	8,01	8,95	9,87
80	—	—	2,11	2,63	3,14	3,65	4,16	4,67	5,17	5,67	6,17	6,66	7,15	7,63	8,11	9,07	10,01
81	—	—	—	2,66	3,18	3,70	4,22	4,73	5,24	5,75	6,25	6,75	7,24	7,73	8,22	9,19	10,14
82	—	—	—	2,69	3,22	3,75	4,27	4,79	5,31	5,82	6,33	6,83	7,33	7,83	8,33	9,31	10,27
83	—	—	—	2,73	3,26	3,79	4,32	4,85	5,37	5,89	6,41	6,92	7,43	7,93	8,43	9,43	10,41
84	—	—	—	2,76	3,30	3,84	4,38	4,91	5,44	5,97	6,49	7,01	7,52	8,03	8,54	9,55	10,54
85	—	—	—	2,79	3,34	3,89	4,43	4,97	5,51	6,04	6,57	7,09	7,61	8,13	8,65	9,67	10,68
86	—	—	—	2,82	3,38	3,93	4,48	5,03	5,57	6,11	6,65	7,18	7,71	8,23	8,75	9,79	10,81
87	—	—	—	2,86	3,42	3,98	4,54	5,09	5,64	6,19	6,73	7,27	7,80	8,33	8,86	9,91	10,94
88	—	—	—	2,89	3,46	4,03	4,59	5,15	5,71	6,26	6,81	7,35	7,89	8,43	8,97	10,03	11,08
89	—	—	—	2,92	3,50	4,08	4,65	5,21	5,77	6,33	6,89	7,44	7,99	8,53	9,07	10,15	11,21
90	—	—	—	2,96	3,54	4,12	4,70	5,27	5,84	6,41	6,97	7,53	8,08	8,63	9,18	10,27	11,34
91	—	—	—	—	3,58	4,17	4,75	5,33	5,91	6,48	7,05	7,61	8,17	8,73	9,29	10,39	11,48
92	—	—	—	—	3,62	4,21	4,80	5,39	5,97	6,55	7,13	7,70	8,27	8,83	9,39	10,51	11,61
93	—	—	—	—	3,66	4,26	4,85	5,45	6,04	6,62	7,21	7,79	8,36	8,93	9,50	10,63	11,74
94	—	—	—	—	3,70	4,31	4,91	5,51	6,10	6,70	7,29	7,88	8,46	9,03	9,60	10,75	11,88
95	—	—	—	—	3,74	4,36	4,96	5,57	6,17	6,77	7,37	7,96	8,55	9,13	9,71	10,87	12,01
96	—	—	—	—	3,78	4,40	5,02	5,63	6,24	6,84	7,45	8,04	8,64	9,23	9,82	10,99	12,14

Gewichte der **Messingrohre,** der laufende Meter in kg.

Äußerer Durchmesser in mm	Wandstärke in Millimetern																
	½	¾	1	1¼	1½	1¾	2	2¼	2½	2¾	3	3¼	3½	3¾	4	4½	5
97	—	—	—	—	3,82	4,45	5,07	5,69	6,30	6,92	7,53	8,13	8,73	9,33	9,93	11,11	12,28
98	—	—	—	—	3,86	4,50	5,13	5,75	6,37	6,99	7,61	8,22	8,83	9,43	10,03	11,23	12,41
99	—	—	—	—	3,90	4,55	5,18	5,81	6,44	7,06	7,69	8,30	8,92	9,53	10,14	11,35	12,54
100	—	—	—	—	3,94	4,60	5,23	5,87	6,50	7,14	7,77	8,39	9,01	9,63	10,25	11,47	12,68
101	—	—	—	—	—	—	5,28	5,93	6,57	7,21	7,85	8,48	9,11	9,73	10,36	11,59	12,82
102	—	—	—	—	—	—	5,34	5,99	6,64	7,29	7,93	8,56	9,20	9,83	10,46	11,71	12,95
103	—	—	—	—	—	—	5,39	6,05	6,71	7,36	8,01	8,65	9,29	9,93	10,57	11,83	13,09
104	—	—	—	—	—	—	5,44	6,11	6,77	7,43	8,09	8,74	9,39	10,04	10,68	11,95	13,22
105	—	—	—	—	—	—	5,50	6,17	6,84	7,51	8,17	8,83	9,48	10,14	10,78	12,07	13,35
106	—	—	—	—	—	—	5,55	6,23	6,91	7,58	8,25	8,91	9,57	10,24	10,89	12,19	13,49
107	—	—	—	—	—	—	5,60	6,29	6,97	7,65	8,33	9,00	9,67	10,34	11,00	12,31	13,62
108	—	—	—	—	—	—	5,66	6,35	7,04	7,73	7,41	9,09	9,76	10,44	11,10	12,43	13,75
109	—	—	—	—	—	—	5,71	6,41	7,11	7,80	8,49	9,17	9,85	10,54	11,21	12,55	13,89
110	—	—	—	—	—	—	5,77	6,47	7,18	7,88	8,57	9,26	9,95	10,64	11,32	12,68	14,02
111	—	—	—	—	—	—	5,82	6,53	7,24	7,95	8,65	9,35	10,04	10,74	11,42	12,80	14,15
112	—	—	—	—	—	—	5,87	6,59	7,31	8,02	8,73	9,43	10,13	10,84	11,53	12,92	14,29
113	—	—	—	—	—	—	5,93	6,65	7,38	8,09	8,81	9,52	10,23	10,94	11,64	13,04	14,42
114	—	—	—	—	—	—	5,98	6,71	7,44	8,17	8,89	9,61	10,32	11,04	11,74	13,16	14,56
115	—	—	—	—	—	—	6,04	6,77	7,51	8,24	8,97	9,70	10,42	11,14	11,85	13,27	14,69
116	—	—	—	—	—	—	6,09	6,83	7,57	8,31	9,05	9,78	10,51	11,24	11,96	13,39	14,82
117	—	—	—	—	—	—	6,14	6,89	7,64	8,39	9,13	9,87	10,60	11,34	12,06	13,51	14,96
118	—	—	—	—	—	—	6,20	6,95	7,71	8,46	9,21	9,96	10,70	11,44	12,17	13,63	15,09
119	—	—	—	—	—	—	6,25	7,01	7,78	8,53	9,29	10,04	10,79	11,51	12,28	13,75	15,22

Gewichte der **Messingrohre**, der laufende Meter in kg.

Äußerer Durchmesser in mm	Wandstärke in Millimetern															
	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	2 1/2	2 3/4	3	3 1/4	3 1/2	3 3/4	4	4 1/2	5
120	—	—	—	—	—	—	6,30	7,07	7,84	8,61	9,37	10,13	10,88	11,64	12,38	13,88	15,36
121	—	—	—	—	—	—	6,36	7,13	7,91	8,68	9,45	10,22	10,98	11,74	12,49	14,00	15,49
122	—	—	—	—	—	—	6,41	7,19	7,97	8,75	9,53	10,30	10,07	11,84	12,60	14,12	15,62
123	—	—	—	—	—	—	6,46	7,25	8,04	8,83	9,61	10,39	11,16	11,94	12,70	14,24	15,76
124	—	—	—	—	—	—	6,51	7,31	8,11	8,91	9,69	10,48	11,26	12,04	12,81	14,36	15,89
125	—	—	—	—	—	—	6,57	7,37	8,18	8,98	9,77	10,56	11,35	12,14	12,92	14,48	16,02
126	—	—	—	—	—	—	6,62	7,43	8,24	9,05	9,85	10,65	11,45	12,24	13,02	14,60	16,16
127	—	—	—	—	—	—	6,68	7,49	8,31	9,12	9,93	10,74	11,54	12,34	13,13	14,72	16,29
128	—	—	—	—	—	—	6,73	7,55	8,38	9,20	10,01	10,82	11,63	12,44	13,24	14,84	16,42
129	—	—	—	—	—	—	6,78	7,61	8,44	9,27	10,09	10,91	11,72	12,54	13,35	14,96	16,56
130	—	—	—	—	—	—	6,83	7,67	8,51	9,34	10,17	10,99	11,82	12,64	13,46	15,08	16,68
131	—	—	—	—	—	—	6,89	—	8,57	—	10,25	—	11,91	—	13,56	—	16,81
132	—	—	—	—	—	—	6,94	—	8,64	—	10,33	—	12,00	—	13,67	—	16,95
133	—	—	—	—	—	—	6,99	—	8,71	—	10,41	—	12,10	—	13,77	—	17,08
134	—	—	—	—	—	—	7,05	—	8,77	—	10,49	—	12,19	—	13,78	—	17,22
135	—	—	—	—	—	—	7,10	—	8,84	—	10,57	—	12,29	—	13,99	—	17,36
136	—	—	—	—	—	—	7,16	—	8,90	—	10,65	—	12,38	—	14,10	—	17,49
137	—	—	—	—	—	—	7,21	—	8,97	—	10,73	—	12,48	—	14,20	—	17,62
138	—	—	—	—	—	—	7,26	—	9,04	—	10,81	—	12,57	—	14,31	—	17,75
139	—	—	—	—	—	—	7,32	—	9,11	—	10,89	—	12,66	—	14,42	—	17,88
140	—	—	—	—	—	—	7,37	—	9,18	—	10,97	—	12,76	—	14,53	—	18,02
141	—	—	—	—	—	—	7,43	—	9,25	—	11,05	—	12,85	—	14,63	—	18,15
142	—	—	—	—	—	—	7,48	—	9,32	—	11,13	—	12,94	—	14,74	—	18,28

Gewichte der **Messingrohre**, der laufende Meter in kg.

Äußerer Durchmesser in mm	Wandstärke in Millimetern ½	¾	1	1¼	1½	1¾	2	2¼	2½	2¾	3	3¼	3½	3¾	4	4½	5
143	—	—	—	—	—	—	7,54	—	9,38	—	11,21	—	13,03	—	14,84	—	18,42
144	—	—	—	—	—	—	7,59	—	9,45	—	11,29	—	13,13	—	14,95	—	18,55
145	—	—	—	—	—	—	7,64	—	9,51	—	11,37	—	13,22	—	15,06	—	18,69
146	—	—	—	—	—	—	7,70	—	9,58	—	11,45	—	13,31	—	15,16	—	18,82
147	—	—	—	—	—	—	7,75	—	9,65	—	11,53	—	13,40	—	15,27	—	18,95
148	—	—	—	—	—	—	7,80	—	9,72	—	11,61	—	13,50	—	15,37	—	19,09
149	—	—	—	—	—	—	7,85	—	9,79	—	11,69	—	13,59	—	15,48	—	19,22
150	—	—	—	—	—	—	7,90	—	9,85	—	11,78	—	13,69	—	15,59	—	19,36
151	—	—	—	—	—	—	7,96	—	9,92	—	11,86	—	13,78	—	15,69	—	19,49
152	—	—	—	—	—	—	8,01	—	9,99	—	11,94	—	13,87	—	15,80	—	19,62
153	—	—	—	—	—	—	8,07	—	10,05	—	12,02	—	13,97	—	15,91	—	19,76
154	—	—	—	—	—	—	8,12	—	10,12	—	12,10	—	14,06	—	16,02	—	19,89
155	—	—	—	—	—	—	8,17	—	10,18	—	12,18	—	14,16	—	16,13	—	20,03
156	—	—	—	—	—	—	8,23	—	10,25	—	12,26	—	14,25	—	16,23	—	20,16
157	—	—	—	—	—	—	8,28	—	10,32	—	12,34	—	14,34	—	16,34	—	20,29
158	—	—	—	—	—	—	8,34	—	10,38	—	12,42	—	14,44	—	16,44	—	20,42
159	—	—	—	—	—	—	8,39	—	10,45	—	12,50	—	14,53	—	16,55	—	20,55
160	—	—	—	—	—	—	8,44	—	10,51	—	12,58	—	14,63	—	16,66	—	20,69

Nieten. Von Eisen Seite 13, von Kupfer Seite 27 bis 29.

Patentrohre. Siehe Seite 15.

Probedruck. Siehe Vorschriften, betreffend die Beaufsichtigung und den Betrieb von Dampffässern, seit 1./4. 1899 gültig. Otto Hammerschmidt, Hagen i. W. Der Probedruck ist der anderthalbe des höchsten Betriebsdruckes, mindestens jedoch 1 Atm. höher als dieser. Der Probedruck für Kupferrohre ist $p = \frac{2 \cdot 400 \cdot s}{d}$.

Rohrverbindungen. Die Verbindung der Rohrenden geschieht durch Verlötung und Verschraubung.

a) Zusammengelötete Kupferrohre sollen mindestens so tief ineinander gesteckt sein, wie ihr Durchmesser beträgt,

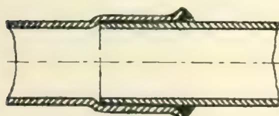


Fig. 121.

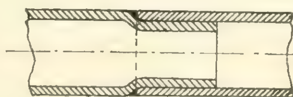


Fig. 122.

aber wenigstens 30 mm. Entweder wird ein Rohrende glatt in das erweiterte andere Ende gesteckt (Fig. 121), oder das eingezogene eine Ende in das glatte andere (Fig. 122), oder beide werden konisch ineinander passend geformt (Fig. 123), oder es wird eine Hülse (Muffe) über beide gelötet; namentlich eiserne Rohre verbindet man

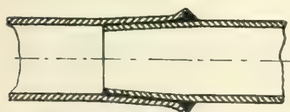


Fig. 123.

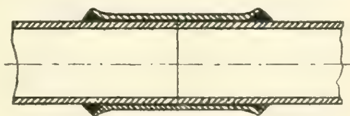


Fig. 124.

oft durch eine über beide Enden geschobene und hart aufgelötete kupferne Hülse (Fig. 124).

Harte (Schlaglot-)Lötung erfordert immer außen einen kleinen Bord am Rohr zur Aufnahme des Lotes. Gut ausgeführte Lötstellen sind so fest und dicht wie das Kupfer selbst.

b) Die Verschraubung der Rohrenden kann bewirkt werden durch lose eiserne Flanschen, die hinter Bordscheiben oder Ringen drehbar sitzen, durch fest aufgelötete oder genietete Flanschen von Eisen, Bronze, Messing, durch Überwurfmuttern und durch direkt auf die Rohre geschnittene Gewinde.

Fig. 125. Volle kupferne Bordscheiben von der Dichtungsseite hart aufgelötet.

Fig. 126. Kleine kupferne Bordscheiben von der Rückseite außen hart aufgelötet, die Rohrenden etwas umgebordet.

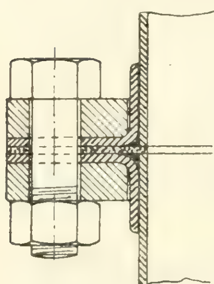


Fig. 125.

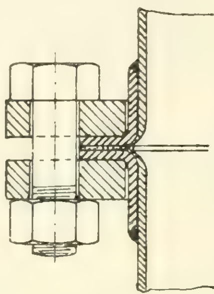


Fig. 126.

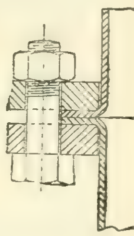


Fig. 127.

Fig. 127. Die Enden der Kupferrohre umgebörtelt und lose eiserne Flanschen dahinter gesteckt.

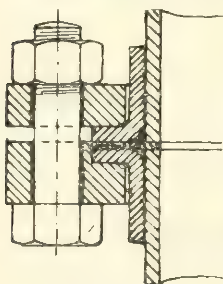


Fig. 128.

Fig. 128. Kleine kupferne Bordscheiben hart aufgelötet. Der eine eiserne Flansch ist dabei zur Sicherung der Dichtung versenkt.

Fig. 129. Kupferne Bordscheiben in die Kupferrohre hart eingelötet. Das flüssige Lot muß durch Kapillarität aufsteigen (französische Methode unvorteilhaft).

Fig. 130. Rotgußbunde, mit Nut und Feder, hart aufgelötet. Dahinter lose eiserne Flanschen.

Fig. 131. Glatte Kupfer- oder Eisenringe auf die Rohrenden gelötet mit dahinter gesteckten losen Flanschen.

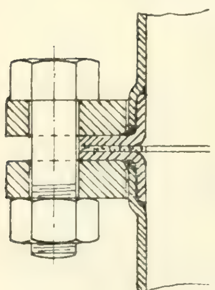


Fig. 129.

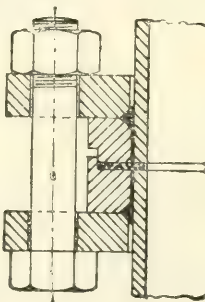


Fig. 130.

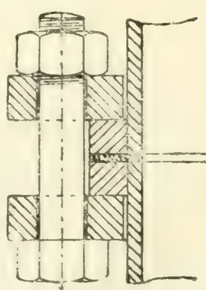


Fig. 131.

Fig. 132. Rotgußbordringe hart aufgelötet und dahinter eiserne lose Flanschen.

*Fig. 133 und 134. Schmiedeeiserne Rohre bis zu 300 Drm. werden in die ausgedrehten und mit Rillen versehenen Winkelringe aus Stahlguß gerollt. Die Dichtungsflächen sind glatt oder mit Nut und Feder hergestellt. Die Figuren zeigen nur die letzte Art. Bei Fig. 133 ist nur eine, bei Fig. 134 sind mehrere Vertiefungen (Rillen) in die Ringe gedreht. Ein Flansch ist drehbar auf dem Konus.

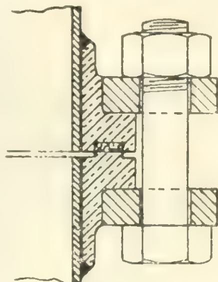


Fig. 132.

*Fig. 135. Auf die schmiedeeisernen Rohre sind eiserne Bunde geschweißt und mit Nut und Feder abgedreht. Die losen Flanschen ruhen auf Konus.

*Fig. 136. Loser Eisenflansch hinter dem aufgeschweißten konisch gedrehten Bunde. Dichtung durch Dreiecknut und Zentrierring. Anschluß an Gußrohr.

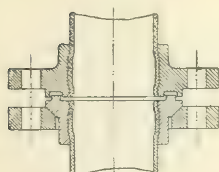


Fig. 133.

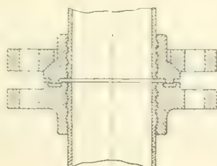


Fig. 134.

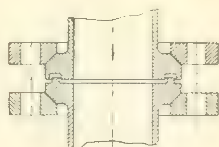


Fig. 135.

*Fig. 137. In das in kaltem Zustande aufgeweitete Kupferrohr wird eine Art Linse eingesetzt, während es der Flansch

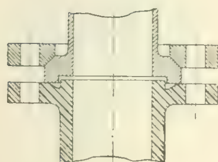


Fig. 136.

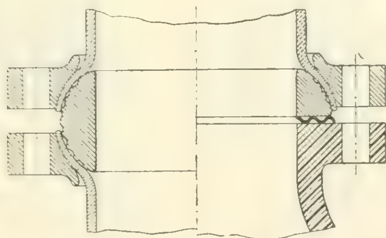


Fig. 137.

außen dicht umfaßt. Diese Verbindung hat den Vorzug, daß sie ganz auf kaltem Wege hergestellt wird; sie ist daher frei von

Die mit einem * versehenen Konstruktionen sind aus den Normalien d. V. d. I. 1900 27. Oktober S. 1481 entnommen.

Gefahr infolge zu hoher Erwärmung und sichert dem Rohrende eine bedeutende Elastizität. Für hohe Dampfdrucke bis 200 Drm., für Zwischendampfleitungen bis 350 Drm. (Gebr. Sulzer, Winterthur).

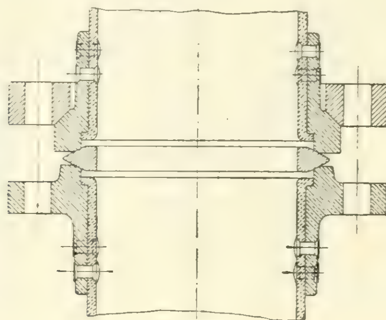


Fig. 138.

*Fig. 138. Bronzelinse zwischen Bronzeringen, die auf umgebortete Kupferrohre genietet sind.

Fig. 139. Rotgußflanschen mit äußerem Sicherungsrand, auf weite Kupferrohre doppelreihig genietet. (Kaiserliche Marine für Rohre von 200 mm und mehr.)

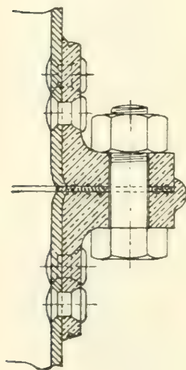


Fig. 139.

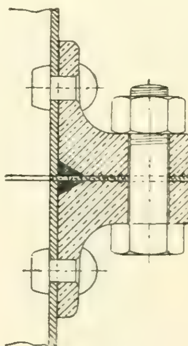


Fig. 140.

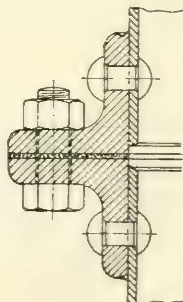


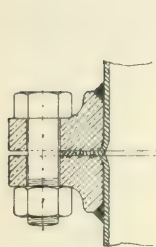
Fig. 141.

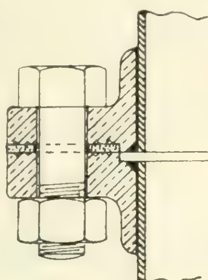
Fig. 140. Glatte Rotgußflanschen auf Kupferrohre genietet und an der Dichtungsseite außen mit Schlaglot gelötet.

Fig. 141. Glatte Rotgußflanschen auf Kupferrohre genietet und mit Zinn verlötet.

Fig. 142. Glatte Rotgußflanschen auf Kupferrohre von der Rückseite aus mit Schlaglot aufgelötet.

Fig. 143. Rotgußflanschen mit innerem Dichtungsrand auf Kupferrohre mit Schlaglot aufgelötet.


Fig. 142.


Fig. 143.

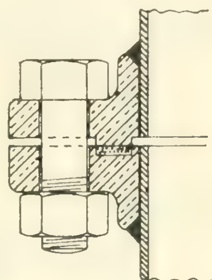
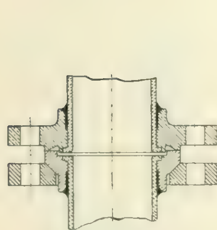
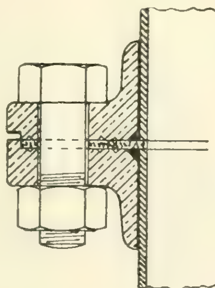

Fig. 144.

Fig. 144. Rotgußflanschen mit Dichtungsnut und Federn von der Rückseite aus mit Schlaglot auf Kupferrohre hart gelötet.

*Fig. 145. Ein Rotgußflansch und ebensolcher Ring mit dahinter gestecktem losen, auf Konus ruhendem Ring hart auf umgebortete Kupferrohre gelötet. Die Dichtung durch Dreiecksnut und Zentrierring.


Fig. 145.


Fig. 146.

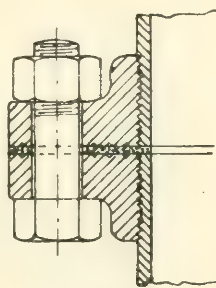

Fig. 147.

Fig. 146. Rotgußflanschen mit äußerem Dichtungsrand von der Dichtungsseite aus auf Kupferrohre gelötet.

Fig. 147. Eiserne glatte Flanschen auf Eisenrohr geschraubt.

Fig. 148. Ein fester eiserner Flansch und ein Ring mit losem Flansch auf die eisernen Rohre geschraubt. Die Dichtung durch Dreiecksnut und Zentrierring bewirkt.

Fig. 149 und 150. Die kupfernen Rohre sind in die eisernen Flanschen eingerollt. Die letzteren innen mit Rillen versehen. Bei Fig. 150 ist das Rohr auch noch umgebortet.

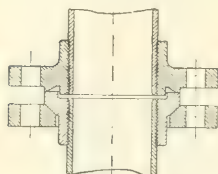
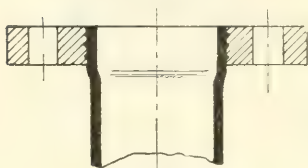

Fig. 148.

Fig. 151. Auf ein Ende des Kupferrohres ein Gewinde, auf das andere ein Bund mit Rand hart aufgelötet und beides mit Überwurfmutter zusammengezogen.

Fig. 152. Auf die Enden der Kupferrohre sind konische, dichtende Bunde aus Rotguß, deren einer mit Gewinde versehen ist, hart gelötet und beide mit Überwurfmutter zusammengezogen.


Fig. 149.

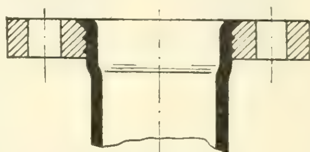
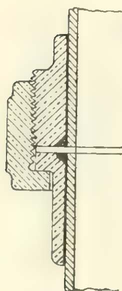
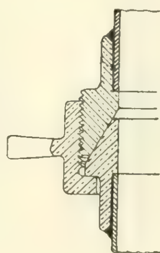
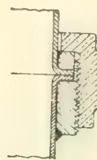

Fig. 150.

Fig. 153. Die Kupferrohrenden umgebörtelt. Auf ein Ende ein Gewindebund, auf das andere ein Ring hart aufgelötet und mit Überwurfmutter zusammengezogen.


Fig. 151.


Fig. 152.


Fig. 153.

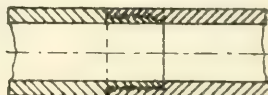

Fig. 154.

Fig. 154. Eisenrohre mit auf- und eingedrehtem Gewinde zusammengeschraubt.

Fig. 155. Gasrohre. Ein Ende zugeschärft, das andere glatt und beide durch Muffe mit Rechts- und Linksgewinde zusammengezogen.

Fig. 156. Auf ein Eisenrohrende Muffe gelötet und das andere Ende eingeschraubt.

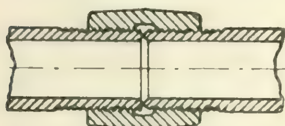


Fig. 155.

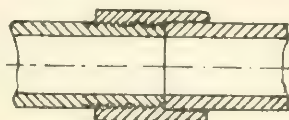


Fig. 156.

Fig. 157. Gasrohr mit Muffe zusammengeschraubt. Die Muffe auf beiden Seiten abgedichtet durch Gegenmuttern, die für die Dichtung ausgedreht sind.

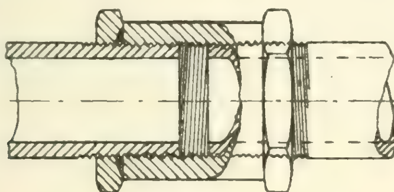


Fig. 157.

Rundmetall. Gewichte pro laufenden Meter Rundkupfer Tabelle 34, Rundmessing Tabelle 35, Draht Tabelle 36. C. Heckmann.

Rundkupfer wird in bester Qualität in beliebigen Durchmessern, kreisrund gezogen, hergestellt. Für die Qualität wird weitgehendste Gewähr geleistet, meist wird, den Vorschriften der Königlich Preußischen Staatsbahnen entsprechend, im geglühten Zustande des Materials eine Festigkeit von 22 kg auf den qmm, eine Dehnung von 38 % und eine Kontraktion von 45 % gewährleistet.

Rundkupfer von 20 mm Durchmesser und darüber Grundpreis, von 15 mm bis unter 20 mm Überpreis: 5 Mk., von 10 mm bis unter 15 mm Überpreis: 15 Mk.

Durchlochtes Rundkupfer wird in gleicher Qualität wie massives, nach dem Mannesmannschen Verfahren hohl gewalzt, hergestellt. Der Durchmesser des Loches beträgt 3 mm bis 5 mm.

Grundpreis und Überpreise sind dieselben wie bei massivem Rundkupfer, nur tritt bei durchlochtem Rundkupfer noch ein Extraüberpreis von 15 Mk. für 100 kg hinzu.

Chemisch reines Rundkupfer wird sowohl massiv wie durchlocht gefertigt. Dieses Fabrikat hat einen Extraüberpreis von 10 Mk. für 100 kg über vorstehende Preise.

Spezialrundkupfer (massiv und durchlocht). Außer vorstehenden Qualitäten Rundkupfer wird noch eine besondere Qualität unter dem Namen »Spezialrundkupfer« hergestellt, die sich durch

besondere Festigkeit und Zähigkeit auszeichnet. Dieses Material wird massiv in jeder gewünschten Festigkeit zwischen 22 und 45 kg auf den qmm bei einer Dehnung von mindestens 40 % und einer Kontraktion von 60 %, durchlocht in jeder gewünschten Festigkeit zwischen 22 und 27 kg auf den qmm, bei einer Dehnung von mindestens 38 % und einer Kontraktion von 60 % geliefert.

Überpreise und Extraüberpreise je nach der zu gewährleistenden Festigkeit.

Dieses Spezialrundkupfer wird auch nach einem besonderen Verfahren gehärtet geliefert. Für dieses Spezialrundkupfer »Extra gehärtet« (massiv und durchlocht) wird gewährleistet, und zwar im Anlieferungszustand, eine Festigkeit von 40 bis 60 kg auf den qmm, eine Dehnung von 4 bis 12 % und eine Kontraktion von 60 %.

Diese Marke zeichnet sich bei ihrer außerordentlichen Festigkeit und trotz der geringen Dehnungsziffer durch besondere Zähigkeit und Widerstand gegen Schlag und Stoß aus. Die Biegefähigkeit desselben ist die gleiche wie bei geglühtem Spezialkupfer.

Die Preise sind für Qualitäten bis 40 kg Festigkeit die gleichen wie für Spezialrundkupfer, für Qualitäten von 40 bis 60 kg Festigkeit sind die Preise höher und zu vereinbaren.

Tabelle 34.

Rundkupfer 10—75 mm Durchmesser.

Gewicht der laufenden Meter in kg.

Drm.	kg	Drm.	kg	Drm.	kg	Drm.	kg
10	0,70	27	5,15	44	13,69	61	26,30
11	0,86	28	5,55	45	14,31	62	27,17
12	1,10	29	5,95	46	14,96	63	28,66
13	1,19	30	6,36	47	15,61	64	28,95
14	1,39	31	6,79	48	16,29	65	29,87
15	1,59	32	7,24	49	16,97	66	30,79
16	1,81	33	7,70	50	17,67	67	31,73
17	2,04	34	8,17	51	18,39	68	32,68
18	2,29	35	8,66	52	19,11	79	33,65
19	2,55	36	9,16	53	19,86	70	34,64
20	2,83	37	9,68	54	20,61	71	35,63
21	3,12	38	10,21	55	21,38	72	36,64
22	3,42	39	10,75	56	22,17	73	37,67
23	3,74	40	11,31	57	22,97	74	38,71
24	4,07	41	11,88	58	23,78	75	39,76
25	4,42	42	12,47	59	24,61		
26	4,78	43	13,07	60	25,47		

Durchlochtes Rundkupfer. Für durchlochtes Rundkupfer mit einem Loch von ca. 4 mm ermäßigen sich vorstehende Gewichte für den laufenden Meter um 0,113 kg.

Tabelle 35.

Rundmessing 10—75 mm Durchmesser.

Gewicht der laufenden Meter in kg.

Drm.	kg	Drm.	kg	Drm.	kg	Drm.	kg
10	0,67	27	4,87	44	12,92	61	24,84
11	0,81	28	5,23	45	13,52	62	25,66
12	0,96	29	5,61	46	14,13	63	26,50
13	1,13	30	6,01	47	14,75	64	27,34
14	1,31	31	6,41	48	15,38	65	28,20
15	1,50	32	6,84	49	16.03	66	29,08
16	1,71	33	7,27	50	16,69	67	29,97
17	1,93	34	7,72	51	17,36	68	30,87
18	2,16	35	8,18	52	18,05	69	31,78
19	2,41	36	8,65	53	18,75	70	32,71
20	2,67	37	9,14	54	19,47	71	33,65
21	2,94	38	9,64	55	20,19	72	34,61
22	3,23	39	10,15	56	20,93	73	35,57
23	3,53	40	10,68	57	21,69	74	36,56
24	3,84	41	11,22	58	22,46	75	37,55
25	4,17	42	11,78	59	23,24		
26	4,51	43	12,34	60	24,03		

Tabelle 36.

Kupferdraht 0,1—10 mm Durchmesser.

Querschnitt in qmm und Gewicht in Gramm der Meter.

Drm.	qmm	gr d. m	Drm.	qmm	gr d. m	Drm.	qmm	gr d. m
0,10	0,0079	0,071	0,31	0,0755	0,679	0,52	0,212	1,910
0,11	0,0095	0,086	0,32	0,0804	0,724	0,53	0,221	1,985
0,12	0,0113	0,102	0,33	0,0855	0,770	0,54	0,229	2,06
0,13	0,0133	0,119	0,34	0,0908	0,817	0,55	0,237	2,14
0,14	0,0154	0,139	0,35	0,0962	0,866	0,56	0,246	2,22
0,15	0,0177	0,159	0,36	0,102	0,916	0,57	0,255	2,30
0,16	0,0201	0,181	0,37	0,108	0,968	0,58	0,264	2,38
0,17	0,0227	0,204	0,38	0,113	1,020	0,59	0,273	2,46
0,18	0,0255	0,229	0,39	0,119	1,074	0,60	0,283	2,54
0,19	0,0283	0,255	0,40	0,126	1,131	0,61	0,292	2,63
0,20	0,0314	0,283	0,41	0,132	1,188	0,62	0,302	2,72
0,21	0,0346	0,312	0,42	0,139	1,246	0,63	0,312	2,81
0,22	0,0380	0,342	0,43	0,145	1,306	0,64	0,322	2,90
0,23	0,0415	0,374	0,44	0,152	1,368	0,65	0,332	2,99
0,24	0,0452	0,407	0,45	0,159	1,431	0,66	0,342	3,08
0,25	0,0491	0,442	0,46	0,166	1,495	0,67	0,353	3,17
0,26	0,0531	0,478	0,47	0,173	1,560	0,68	0,363	3,27
0,27	0,0573	0,515	0,48	0,181	1,628	0,69	0,374	3,37
0,28	0,0616	0,554	0,49	0,189	1,696	0,70	0,385	3,46
0,29	0,0661	0,595	0,50	0,196	1,766	0,71	0,396	3,56
0,30	0,0707	0,636	0,51	0,204	1,837	0,72	0,407	3,66

Drm.	qmm	gr d. m	Drm.	qmm	gr d. m	Drm.	qmm	gr d. m
0,73	0,419	3,77	2,20	3,801	34,21	4,75	17,72	159.48
0,74	0,430	3,87	2,25	3,976	35,78	4,80	18,10	162.86
0,75	0,442	3,98	2,30	4,155	37,39	4,85	18,47	166.27
0,76	0,454	4,08	2,35	4,337	39,04	4,90	18,86	169.71
0,77	0,466	4,19	2,40	4,524	40,71	4,95	19,24	173.20
0,78	0,478	4,30	2,45	4,714	42,43	5,00	19,64	176,72
0,79	0,490	4,41	2,50	4,900	44,18	5,05	20,03	180.26
0,80	0,503	4,52	2,55	5,107	45,96	5,10	20,43	183.85
0,81	0,515	4,64	2,60	5,309	47,78	5,15	20,83	187.47
0,82	0,528	4,75	2,65	5,515	49,64	5,20	21,24	191,13
0,83	0,541	4,87	2.70	5,726	51,53	5,25	21,65	194,82
0,84	0,554	4,99	2,75	5,940	53,46	5,30	22,06	198,55
0,85	0,567	5,11	2,80	6,158	55,48	5,35	22,48	202,32
0,86	0,586	5,23	2,85	6,379	57.41	5,40	22,90	206,12
0,87	0,595	5,35	2,90	6,605	59,45	5,45	23,33	209.95
0,88	0,608	5,47	2,95	6.835	61,51	5,50	23,76	213,82
0,89	0,622	5,60	3,00	7,C69	63,62	5,55	24,19	217,73
0,90	0,636	5,73	3,05	7,306	65.76	5,60	24,63	221,67
0,91	0,650	5,85	3,10	7,548	67,93	5,65	25,07	225.64
0,92	0,665	5,98	3,15	7,793	70,14	5,70	25,52	229.65
0,93	0,679	6,11	3,20	8,042	72,38	5,75	25,97	233.70
0,94	0,694	6,25	3,25	8,296	74,66	5,80	26.42	237.78
0,95	0,709	6,38	3,30	8,553	76,97	5,85	26,88	241.90
0,96	0,724	6,51	3,35	8,814	79,33	5,90	27,34	246,05
0,97	0,739	6,65	3,40	9,079	81,71	5,95	27,81	250.25
0,98	0,754	6,79	3,45	9,348	84,13	6,00	28,27	254.74
0,99	0,770	6,93	3,50	9,621	86,59	6,05	28,75	258,52
1,00	0,785	7,07	3.55	9.898	89,08	6,10	29,22	263.02
1,05	0,866	7,79	3,60	10,18	91.61	6,15	29.71	267.35
1,10	0,950	8,55	3,65	10,46	94,17	6.20	30,19	271.71
1,15	1,039	9,35	3,70	10,75	96,77	6,25	30,68	276,11
1,20	1,131	10,98	3,75	11,04	99,41	6,30	31,17	280,55
1,25	1,227	11,04	3,80	11,34	102.07	6,35	31,67	285,02
1,30	1,327	11,95	3,85	11,64	104.77	6,40	32,17	289.53
1,35	1,431	12,88	3,90	11.95	107,51	6,45	32.67	294,07
1,40	1,539	13,85	3,95	12,25	110,29	6,50	33,18	298.65
1,45	1,651	14,86	4,00	12,57	113,09	6,55	33,70	303.26
1,50	1,767	15,90	4,05	12.88	115.44	6.60	34.21	307.90
1,55	1,887	16,98	4,10	13,20	118,82	6.65	34,73	312,59
1,60	2,011	18,10	4,15	13,53	121,73	6,70	35,26	317.30
1,65	2,137	19,24	4,20	13,85	124,69	6,75	35.78	322,06
1,70	2,270	20,43	4,25	14.19	127,67	6,80	36,32	326.84
1,75	2,405	21,65	4,30	14,52	130,70	6,85	36,85	331.67
1,80	2,545	22,90	4,35	14.86	133,75	6,90	37.39	336,53
1,85	2,688	24,19	4,40	15,21	136.85	6.95	37,94	341,42
1,90	2,835	25,52	4,45	15,55	139.97	7,00	38,48	346,36
1,95	2,986	26,88	4,50	15,90	143,14	7.05	39,04	351,32
2,00	3,142	28,27	4.55	16,26	146,43	7.10	39,59	356,32
2,05	3,301	29,71	4.60	16,62	149.57	7.15	40,45	361,36
2,10	3,464	31,17	4,65	16,98	152.84	7.20	40,72	366.44
2,15	3,631	32.67	4,70	17.35	156,14	7,25	41.28	371,54

Drm.	qmm	gr d. m	Drm.	qmm	gr d. m	Drm.	qmm	gr d. m
7,30	= 41,85	= 376,68	8,25	= 53,46	= 481,10	9,20	= 66,48	= 598,28
7,35	= 42,43	= 381,86	8,30	= 54,11	= 486,95	9,25	= 67,20	= 604,80
7,40	= 43,01	= 387,07	8,35	= 55,42	= 492,83	9,30	= 67,93	= 611,36
7,45	= 43,59	= 392,32	8,40	= 54,76	= 498,75	9,35	= 68,66	= 617,95
7,50	= 44,18	= 397,60	8,45	= 56,08	= 504,71	9,40	= 69,40	= 624,57
7,55	= 44,77	= 402,90	8,50	= 56,75	= 510,71	9,45	= 70,14	= 631,24
7,60	= 45,36	= 408,28	8,55	= 57,41	= 516,73	9,50	= 70,88	= 637,94
7,65	= 45,96	= 413,67	8,60	= 58,08	= 522,72	9,55	= 71,63	= 644,67
7,70	= 46,57	= 419,09	8,65	= 58,77	= 528,89	9,60	= 72,38	= 651,44
7,75	= 47,17	= 424,56	8,70	= 59,45	= 535,01	9,65	= 73,14	= 658,24
7,80	= 47,78	= 430,05	8,75	= 60,13	= 541,19	9,70	= 73,90	= 665,08
7,85	= 48,40	= 435,58	8,80	= 60,82	= 547,39	9,75	= 74,66	= 671,95
7,90	= 49,02	= 441,14	8,85	= 61,51	= 553,63	9,80	= 75,43	= 678,86
7,95	= 49,64	= 446,75	8,90	= 62,21	= 559,90	9,85	= 76,20	= 685,81
8,00	= 50,27	= 452,39	8,95	= 62,91	= 566,21	9,90	= 76,98	= 692,78
8,05	= 50,90	= 458,06	9,00	= 63,62	= 572,55	9,95	= 77,76	= 699,80
8,10	= 51,53	= 463,77	9,05	= 64,33	= 578,93	10,00	= 78,54	= 706,85
8,15	= 52,17	= 469,51	9,10	= 65,04	= 585,06			
8,20	= 52,81	= 475,29	9,15	= 65,76	= 591,80			

K u p f e r w a l z d r a h t wird sowohl in gewöhnlicher wie in extraleitfähiger Qualität in Stärken von 8 mm und darüber, in Ringen bis 75 kg Gewicht geliefert.

G e w ö h n l i c h e r K u p f e r d r a h t wird in jeder beliebigen Stärke bis zu 0,3 mm herab in Ringen hergestellt.

Die Überpreise für dünnere Sorten als 1,4 mm sowie die Extraüberpreise für das Verzinnen der Drähte finden sich auf nachstehender Tabelle:

Draht in Ringen	Überpreis Mark	Extraüberpreis Mark
		für Verzinnen
unter 9,99 bis 1,4 mm	0	15
„ 1,4 „ 1,1 „	3	18
„ 1,1 „ 0,8 „	5	25
„ 0,8 „ 0,7 „	7½	30
„ 0,7 „ 0,6 „	10	35
„ 0,6 „ 0,55 „	16	43½
„ 0,55 „ 0,50 „	22	52

Dünnere Sorten entsprechend höher nach Vereinbarung.

E x t r a l e i t f ä h i g e r K u p f e r d r a h t wird in den gleichen Abmessungen und Gewichten in Ringen wie gewöhnlicher Kupferdraht hergestellt. Für die Qualität wird weitgehendste Gewähr geleistet.

Die Überpreise für dünnere Sorten sowie Extraüberpreise für das Verzinnen der Drähte sind dieselben wie für gewöhnlichen Kupferdraht.

B r o n z e d r ä h t e für Telephon- und Telegraphenleitungen werden als Spezialität in zweckentsprechendster Weise gefertigt. Die vorzügliche Qualität derselben gestattet es, gegenüber den

höchsten Anforderungen in bezug auf Festigkeit, Leitfähigkeit und Biegefähigkeit die weitgehendsten Gewährleistungen zu übernehmen.

Als besondere Qualitäten werden Drähte nach den Bedingungen der Kaiserlich deutschen Post- und Telegraphenverwaltung sowie anderer deutscher und ausländischer Post- und Telegraphenverwaltungen ausgeführt.

Auf Anfrage wird über die für jeden besonderen Zweck geeignetste Qualität Auskunft gegeben.

Flachgedrückter Kupfer- und Bronzedraht (Schienen) werden nicht unter 2 mm Dicke und bei 2—3 mm Dicke höchstens bis zur zehnfachen Breite hergestellt.

Soll der flachgedrückte Draht aus gezogenem Draht hergestellt sein, so wird über die Kosten des entsprechenden gezogenen Drahtes (aber nicht dünner als 6 mm) ein Extrazuschlag von 10 Mk. für 100 kg gerechnet.

Façonierter Draht. — Flachkupfer in Drähten

Schrauben (Hamburger Normen 1905). Ist d = der Kerndurchmesser der Schraube, P_1 = Gesamtdruck auf den Schraubenkern, so sei:

$$d = a\sqrt{P_1} + 5 \qquad (29)$$

worin a einen Koeffizienten bedeutet, der genommen werden darf:

bei Schraubenmaterial, das den Würzburger Normen für Nieteisen entspricht, a = 0,4,
bei guter Bearbeitung der Flächen und weicher Dichtung a = 0,45,
bei gewöhnlichen Schrauben a = 0,55.

Die Gleichung 29 entspricht der folgenden Tabelle.

Tabelle 37.

Äußerer Durchmesser der Schraube engl. "	mm	Kern mm	Zulässige Belastung der Schraube: Koeffizient a = 0,4	Koeffizient a = 0,45	Koeffizient a = 0,55
1/2	12,70	9,98	155 kg	122,5kg	82 kg
5/8	15,88	12,93	393 „	310 „	208 „
3/4	19,05	15,80	729 „	576 „	386 „
7/8	21,23	18,62	1 159 „	916 „	613 „
1	25,40	21,34	1 669 „	1 318 „	883 „
1 1/8	28,57	23,93	2 240 „	1 770 „	1 185 „
1 1/4	31,75	27,10	3 053 „	2 412 „	1 614 „
1 3/8	34,92	29,51	3 755 „	2 967 „	1 986 „
1 1/2	38,10	32,69	4 792 „	3 786 „	2 535 „
1 5/8	41,27	34,77	5 539 „	4 377 „	2 930 „
1 3/4	44,45	37,95	6 785 „	5 361 „	3 589 „
1 7/8	47,62	40,11	7 837 „	6 192 „	4 145 „
2	50,80	43,59	9 308 „	7 355 „	4 922 „
1 1/4	57,15	49,02	12 111 „	9 569 „	6 406 „
1 1/2	63,50	55,37	15 857 „	12 528 „	8 387 „
1 3/4	69,85	60,55	19 286 „	15 237 „	10 201 „
3	76,20	66,90	23 947 „	18 923 „	12 667 „

Tabelle 38.

Gewicht von 100 Stück **eisernen Schrauben** mit Muttern.

Zw. Kopf u. Mutter l	1/2″ kg	5/8″ kg	3/4″ kg	7/8″ kg	1″ kg	1 1/8″ kg	Zw. Kopf u. Mutter l	1/2″ kg	5/8″ kg	3/4″ kg	7/8″ kg	1″ kg	1 1/8″ kg
15	10,1	17,4	27,7	42,4	59,7	82,4	70	15,6	25,9	39,8	60,2	82,4	110,6
20	10,6	18,2	28,8	44,0	61,7	84,9	75	16,1	26,7	40,9	61,8	84,4	113,2
25	11,1	18,9	29,9	45,6	63,7	87,5	80	16,6	27,5	42,0	63,4	86,4	115,7
30	11,6	19,7	31,0	47,2	65,7	90,1	85	17,1	28,3	45,1	65,0	88,4	118,3
35	12,1	20,4	32,2	48,8	67,7	92,7	90	17,6	29,1	44,2	66,6	90,4	120,8
40	12,6	21,2	33,3	50,4	69,7	95,2	95	18,1	29,9	45,3	68,2	92,4	123,4
45	13,1	22,0	34,3	52,0	72,0	97,8	100	18,6	30,5	46,4	69,8	94,4	125,9
50	13,6	23,8	35,4	53,6	74,0	100,4	110	19,6	32,0	48,6	73,0	98,5	131,1
55	14,1	24,4	36,5	55,2	76,0	102,9	120	20,1	33,5	50,8	76,2	102,5	136,2
60	14,6	24,8	37,6	56,8	78,0	105,5	130	21,1	35,0	53,0	79,4	106,5	141,3
65	15,1	25,2	39,7	58,4	80,0	108,0	140	22,1	36,5	55,2	82,6	110,5	146,4

Überpreise der Firma C. Heckmann A.-G.

I. Zuschläge zum Grundpreise.

A. Lagerbleche:

1 Meter breit und	2 Meter lang		3 Meter lang		4 Meter lang		Zuschlag
pro □meter	kg	mm	kg	mm	kg	mm	Mk.
1. nicht unter	10	(1,11)	10	(1,11)	13 1/2	(1,50)	0
2. „ „	8	(0,89)	9	(1,00)	12	(1,33)	5
3. „ „	5	(0,56)	8	(0,89)	10	(1,11)	10
4. „ „	4 1/2	(0,50)	7	(0,78)	9	(1,00)	15
5. „ „	4	(0,44)	6	(0,67)	8	(0,89)	25

Extrazuschläge s. S. 88 und 89, Spalte A.

B. Bleche nach besonderer Maßaufgabe, rechteckig und mindestens 200 mm breit:

Bei einem Flächeninhalt	bis 2 □meter		bis 3 □meter		bis 4 □meter		bis 5 □meter		Zuschlag
pro □meter	kg	mm	kg	mm	kg	mm	kg	mm	Mk.
1. nicht unter	10	(1,11)	10	(1,11)	13 1/2	(1,50)	25	(2,78)	5
2. „ „	8	(0,89)	9	(1,00)	12	(1,33)	20	(2,22)	10
3. „ „	5	(0,56)	8	(0,89)	10	(1,11)	15	(1,67)	15
4. „ „	4 1/2	(0,50)	7	(0,78)	9	(1,00)	12	(1,33)	20
5. „ „	4	(0,44)	6	(0,67)	8	(0,89)	10	(1,11)	30

Bei einem Flächeninhalt	bis 6 □meter		bis 7 □meter		über 7 □meter		Zuschlag
pro □meter	kg	mm	kg	mm	kg	mm	Mk.
1. nicht unter	30	(3,33)	—		—		5
2. „ „	25	(2,78)	35	(3,89)	—		10
3. „ „	22½	(2,50)	30	(3,33)	40	(4,44)	15
4. „ „	20	(2,22)	25	(2,78)	35	(3,89)	20
5. „ „	18	(2,00)	22½	(2,50)	30	(3,33)	30

Bei Abnahme von mindestens 50 Stück Blechen gleicher Abmessung nach besonderer Maßaufgabe, welche mindestens 500 mm breit und gleich stark sind, wird der Zuschlag um 5 Mk. ermäßigt.

Extrazuschläge s. S. 88 und 89, Spalte B.

C. Blechstreifen unter 200 mm Breite, Flachkupfer und Quadratkupfer.

	Quadratische Stäbe	Flachkupfer und rechteckige Streifen	Zuschlag Mk.
1. nicht unter	20 mm Stärke	400 □mm Querschnittsfl.	15
2. „ „	15 „ „	225 „ „	20
3. schwächere Sorten	. . . .	mindestens	25

Extrazuschläge s. S. 88 und 89, Spalte C.

D. Scheiben, kreisrund.

Bei einem Durchmesser	von 200 mm bis unt. 1000 mm		von 1000 mm bis 1500 „		über 1500 mm bis 1750 „		Zuschlag
pro □meter	kg	mm	kg	mm	kg	mm	Mk.
1. nicht unt.	—		10	(1,11)	—		10
2. „ „	10	(1,11)	9	(1,00)	12	(1,33)	15
3. „ „	8	(0,89)	8	(0,89)	10	(1,11)	20
4. „ „	5	(0,56)	7	(0,78)	9	(1,00)	25
5. „ „	4½	(0,50)	—		8	(0,89)	30
6. „ „	—		6	(0,67)	—		35
7. „ „	4	(0,44)	—		7	(0,78)	40
8. „ „	—		—		—		45
9. „ „	—		—		—		50
10. „ „	—		—		—		55

Bei einem Durchmesser	über 1750 mm bis 2000 „		über 2000 mm bis 2250 „		über 2250 mm bis 2500 „		Zuschlag
pro □meter	kg	mm	kg	mm	kg	mm	Mk.
1. nicht unter	—		—		—		10
2. „ „	—		—		—		15
3. „ „	13½	(1,50)	—		—		20
4. „ „	12	(1,33)	25	(2,78)	—		25
5. „ „	10	(1,11)	22½	(2,50)	—		30
6. „ „	9	(1,00)	20	(2,22)	30	(3,33)	35
7. „ „	—		18	(2,00)	25	(2,78)	40
8. „ „	8	(0,89)	—		22½	(2,50)	45
9. „ „	—		15	(1,67)	—		50
10. „ „	—		—		20	(2,22)	55

Bei einem Durchmesser	über 2500 mm bis 2750 „		über 2750 mm bis 3000 „		über 3000 mm bis 3200 „		Zuschlag
pro □meter	kg	mm	kg	mm	kg	mm	Mk.
1. nicht unter	—		—		—		10
2. „ „	—		—		—		15
3. „ „	—		—		—		20
4. „ „	—		—		—		25
5. „ „	—		—		—		30
6. „ „	—		—		—		35
7. „ „	—		—		—		40
8. „ „	—		—		—		45
9. „ „	55	(6,11)	60	(6,66)	70	(7,78)	50
10. „ „	50	(5,56)	55	(6,11)	65	(7,22)	55
11. „ „	40	(4,44)	50	(5,56)	60	(6,66)	60
12. „ „	35	(3,89)	45	(5,00)	55	(6,11)	65

Für ovale Scheiben siehe Extrazuschlag 1. Der kleine Durchmesser ist für die Berechnung maßgebend.

Extrazuschläge s. S. 88 und 89, Spalte D.

E. Runde Böden, flach mit Aufbug, kosten 15 Mk. mehr als die entsprechend zugeschnittenen flachen Scheiben nach D.

Für die Berechnung der erforderlichen Scheiben gilt der größte lichte Durchmesser zuzüglich der doppelten Aufbughöhe.

Extrazuschläge s. S. 88 und 89, Spalte E.

F. Viereckige Böden und Teile zu runden oder viereckigen Böden, flach mit Aufbug, kosten 20 Mk. mehr als die entsprechenden rechteckigen oder Façonbleche nach B.

Extrazuschläge s. S. 88 und 89, Spalte F.

G. Kugelförmige Böden in Form einer Schale.

			Zuschlag
1.	Von 500 bis 1500 mm Durchmesser[1]) Mindestgewicht nicht unter 25 kg per Quadratmeter	(2,78 mm) . . .	35
2.	„ 1501 „ 1750 „ „ „ „ „ 30 „ „ „	(3,33 „) . . .	40
3.	„ 1751 „ 2000 „ „ „ „ „ 35 „ „ „	(3,89 „) . . .	40
4.	„ 2001 „ 2250 „ „ „ „ „ 40 „ „ „	(4,44 „) . . .	45
5.	„ 2251 „ 2500 „ „ „ „ „ 50 „ „ „	(5,56 „) . . .	50
6.	„ 2501 „ 2750 „ „ „ „ „ 60 „ „ „	(6,66 „) . . .	55
7.	„ 2751 „ 3000 „ „ „ „ „ 70 „ „ „	(7,78 „) . . .	60
8.	„ 3001 „ 3150 „ „ „ „ „ 80 „ „ „	(8,89 „) . . .	65
9.	„ 3151 „ 3300 „ „ „ „ „ 90 „ „ „	(10,— „) . . .	70
10.	„ 3301 „ 3450 „ „ „ „ „ 100 „ „ „	(11,1 „) . . .	75

Extrazuschläge s. S. 88 und 89, Spalte G.

Extrazuschläge.

Außer den vorstehenden unter A bis G angegebenen Zuschlägen kommen die folgenden Extrazuschläge in Rechnung:

		zu A	zu B	zu C	zu D	zu E	zu F	zu G
		Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.
a) Für Glattbleche	mindestens	3	3	3	3	—	—	—
b) „ Abziehen	„	5	5	5	5	5	5	5
c) „ Hartwalzen oder Harthämmern	„	5	5	5	5	10	10	10
d) „ Beizen in Säure	„	5	5	5	5	5	5	5
e) „ Hartblankwalzen (gebeizt und hartgewalzt).	„							
f) „ Wölben (Wölbtiefe höchstens 1/10 des Durch-		10	10	10	10	—	—	—
messers oder der Breite)	„	5	5	—	5	5	5	—
g) „ Breite über 1500 bis 1750 mm	„	—	5	—	—	—	5	—
„ „ „ 1750 „ 2000 „	„	—	10	—	—	—	10	—
„ „ „ 2000 „ 2250 „	„	—	15	—	—	—	15	—
„ „ „ 2250 „ 2500 „	„	—	20	—	—	—	20	—
„ „ „ 2500 „ 2750 „	„	—	25	—	—	—	25	—
„ „ „ 2750 „ 3000 „	„	—	30	—	—	—	20	—

[1]) Bei kugelförmigen Böden und Schalen ohne Bord gilt der lichte Durchmesser, bei solchen mit Bord der äußere Borddurchmesser.

Fortsetzung von **Extrazuschläge.**

	zu A	zu B	zu C	zu D	zu E	zu F	zu G
	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.
h) Für Länge über 5 m für jedes weitere angefangene Meter . . . . . mindestens	—	je 5	—	—	—	je 5	—
i) „ kleine rechteckige Bleche unter $1/2$ Quadratmeter Flächeninhalt . . . . „	—	5		—	—	5	—
k) „ alle nicht rechteckig geschnittenen Façonbleche, Kreisstücke, Borde aus Teilen und ähnliches, für welche der Zuschlag aus B nach dem Flächeninhalt des rechteckigen Bleches, aus dem das Façonblech geschnitten wird, berechnet wird . . . . „	—	10	—	—	—	10	—
l) „ ovale Scheiben . . . . „	—	—	—	5	—	—	—
m) „ Hahnrohrbleche . . . . „	—	40	—	—	—	—	—
n) „ gepolterte Bleche ohne Bord . . . . „	—	20	—	—	—	—	—
o) „ „ „ mit Bord . . . . „	—	25	—	—	—	—	—
p) „ bestimmt vorgeschriebene Länge der Blechstreifen oder Stäbe . . . . „	—	—	5	—	—	—	—
q) „ Kränze (Bord aus einem Stück, mindestens 200 mm breit) . . . . „	—	—	—	10	—	—	—
r) „ eine Aufbughöhe[1]) über 100—150 mm hoch . „	—	—	—	—	5	5	—
s „ Herstellung eines Halses oder einer Kuppe . . „	—	—	—	15	15	15	15
t) Wenn die Tiefe kugelförmiger Böden und Schalen größer ist als $3/10$ der Lichtweite, oder überhaupt größer als 600 mm, für jede angefangene 100 mm Mehrtiefe . . . . mindestens							je 5
u) Wenn an dem für kugelförmige Böden u. Schalen vorgeschriebenen Mindestgewicht 1—20 % fehlen „							5
v) Wenn daran . . . . 21—40 % „ „							10
w) Wenn daran . . . . 41—60 % „ „							20
x) Für kugelförmige Böden und Schalen mit Bord . . . . „							5
y) Wenn die Wölbung kugelförmiger Böden und Schalen nicht genau kugelig, sondern in der Mitte abgeflacht ist . . . . „							5

[1]) Aufbughöhe — senkrechter Abstand des Aufbugendes vom tiefsten Punkte des Gelenks.

Kupferrohre ohne Naht — Bronzerohre ohne Naht (Patent Mannesmann) werden in den auf untenstehender Liste, die zugleich die Überpreise enthält, verzeichneten Abmessungen nach dem Mannesmannschen Verfahren gewalzt und dann gezogen.

Die Rohre kommen hart gezogen zur Ablieferung, werden auf Verlangen jedoch auch ausgeglüht geliefert, ohne Preisaufschlag.

Derselbe gilt für Gewichtsmengen von mindestens 50 kg; bei Abnahme von Gewichtsmengen unter 50 kg jeder Abmessung tritt ein Zuschlag von Mk. 10 für 100 kg ein.

Überpreise für Kupferrohre ohne Naht — Bronzerohre ohne Naht (Patent Mannesmann) in Mark für 100 kg.

Innerer Durchmesser in mm	Wandstärke in Millimetern											
	0,5 mm u. darüber	0,75 mm u. darüber	1 mm u. darüber	1,25 mm u. darüber	1,5 mm u. darüber	1,75 mm u. darüber	2 mm u. darüber	2,5 mm u. darüber	3 mm u. darüber	3,5 mm u. darüber	4 mm u. darüber	5 mm
3 mm und darüber	600	500	400	300	250	220	200	180	180	180	180	180
4 „ „	500	400	300	250	210	180	160	150	150	150	150	150
5 „ „	400	300	250	210	180	160	140	110	110	110	110	110
6 „ „	300	250	210	180	160	140	110	90	90	90	90	90
7 „ „	270	230	180	160	120	110	90	75	75	75	75	75
8 „ „	240	210	160	140	100	90	75	60	55	45	45	45
9 „ „	230	200	140	120	80	75	60	50	45	35	35	35
10 „ „	220	180	120	115	70	63	50	42	35	25	28	35
11 „ „	200	150	100	90	55	50	40	28	25	22	24	30
12 „ „	180	140	95	85	55	45	35	28	24	20	20	28
13 „ „	160	130	85	75	54	42	32	28	20	17	17	24
14 „ „	150	120	80	65	50	40	30	24	17	15	13	20
15 „ „	140	105	72	60	45	35	30	20	15	13	10	15
16 „ „	130	100	68	55	40	33	25	17	13	10	8	8
17 „ „	120	95	65	53	40	30	25	15	10	10	6	8
18 „ „	110	90	63	50	35	27	22	14	10	6	4	4
19 „ bis 20 mm	100	80	60	42	28	24	18	12	6	4	2	2
über 20 „ „ 25 „	90	70	52	35	25	20	15	9	4	2	0	0
„ 25 „ „ 30 „	80	60	40	27	20	12	9	4	0	0	0	0
„ 30 „ „ 35 „	70	50	30	20	12	9	5	2	0	0	0	0
„ 35 „ „ 40 „	70	40	24	17	9	5	3	0	0	0	0	0
„ 40 „ „ 45 „	75	50	22	12	5	3	0	0	0	0	0	0
„ 45 „ „ 50 „	75	50	22	12	0	0	0	0	0	0	0	0
„ 50 „ „ 60 „	—	—	22	12	4	4	0	0	0	0	0	0
„ 60 „ „ 70 „	—	—	25	13	6	5	0	0	0	0	0	0
„ 70 „ „ 80 „	—	—	30	15	7	5	0	0	0	0	0	0
„ 80 „ „ 90 „	—	—	35	20	8	7	0	0	0	0	0	0
„ 90 „ „ 100 „	—	—	40	25	9	8	0	0	0	0	0	0
„ 100 „ „ 110 „	—	—	40	30	12	9	4	0	0	0	0	0
„ 110 „ „ 120 „	—	—	45	30	15	11	6	4	4	4	4	4
„ 120 „ „ 130 „	—	—	45	35	25	15	10	8	6	6	6	6

Innerer Durchmesser in mm	Wandstärke in Millimetern							
	1,5 mm u. darüber	1,75 mm u. darüber	2 mm u. darüber	2,5 mm u. darüber	3 mm u. darüber	3,5 mm u. darüber	4 mm u. darüber	5—15 mm
über 130 mm bis 140 mm	30	25	20	15	15	15	15	15
„ 140 „ „ 150 „	40	30	20	20	20	20	20	20
„ 150 „ „ 160 „	50	40	35	25	25	25	25	25
„ 160 „ „ 170 „	60	50	40	35	30	30	30	30
„ 170 „ „ 180 „	70	60	50	40	35	35	30	30
„ 180 „ „ 190 „	—	75	60	45	40	40	35	35
„ 190 „ „ 200 „	—	85	70	55	50	50	45	40
„ 200 „ „ 210 „	—	100	85	70	65	60	60	55
„ 210 „ „ 220 „	—	100	85	70	65	60	60	55
„ 220 „ „ 230 „	—	100	85	70	65	60	60	55
„ 230 „ „ 240 „	—	100	85	70	65	60	60	55
„ 240 „ „ 250 „	—	100	85	70	65	60	60	55
„ 250 „ „ 300 „	—	—	100	90	80	70	70	70
„ 300 „ „ 350 „	—	—	—	—	—	—	—	80
„ 350 „ „ 380 „	—	—	—	—	—	—	—	90

Für Rohre mit stärkerer Wand, als in vorstehender Liste angegeben, werden die Preise besonders vereinbart.

0 bedeutet »Grundpreis«; — bedeutet »wird nicht gefertigt«. Die vorstehenden Preise verstehen sich für Fabrikationslängen von ca. 4 bis 6 m; bei fixen Längen von 300 mm bis 7000 mm tritt ein Preiszuschlag von Mk. 5 für 100 kg, unter 300 mm bis 100 mm ein solcher von Mk. 10 für 100 kg ein.

Für Verzinnen der Rohre nur innen und außen (höchstens bis 6 m Länge) tritt ein Preiszuschlag nach besonderer Vereinbarung ein.

Verpackung wird frachtfrei zurückgenommen und die Hälfte des berechneten Betrages dafür vergütet.

Kupferstutzen und Bronzestutzen ohne Naht für Lokomotiv-Siederohre usw. werden aus Kupferrohren und Bronzerohren (Patent Mannesmann) hergestellt und sowohl glatt und gerade abgestochen, wie auch aufgetrieben oder eingezogen, sowie nach Zeichnung fertig gedreht geliefert. Ferner werden Stutzen auch an Messing oder eiserne Siederohre angelötet und abgedreht.

Die Preise werden auf Grund der Preisliste für Kupferrohre ohne Naht festgestellt, für das Einziehen, Abdrehen, Anlöten usw. jedoch in jedem Falle besonders vereinbart.

Messingrohre ohne Naht (Patent Mannesmann) werden in den auf untenstehender Liste, die zugleich die Überpreise enthält, verzeichneten Abmessungen nach dem Mannesmannschen Verfahren gewalzt und dann gezogen.

Die Rohre kommen hart zur Ablieferung, werden auf Verlangen jedoch auch ausgeglüht geliefert ohne Preisaufschlag.

Der Grundpreis gilt für Gewichtsmengen von mindestens 50 kg; bei Abnahme von Gewichtsmengen unter 50 kg jeder Abmessung tritt ein Zuschlag von Mk. 10 für 100 kg ein.

Überpreise für Messingrohre ohne Naht (Patent Mannesmann) in Mark für 100 kg.

Äußerer Durchmesser in mm	Wandstärke in Millimetern											
	0,5 mm u. darüber	0,75 mm u. darüber	1 mm u. darüber	1,25 mm u. darüber	1,50 mm u. darüber	1,75 mm u. darüber	2 mm u. darüber	2,50 mm u. darüber	3 mm u. darüber	3,50 mm u. darüber	4 mm u. darüber	5 mm
	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.	Mk.
2 mm und darüber	450	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3 „ „	400	300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4 „ „	375	275	175	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5 „ „	350	250	150	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6 „ „	325	235	130	120	100	—	—	—	—	—	—	—
7 „ „	300	220	115	100	85	75	70	100	—	—	—	—
8 „ „	280	200	100	90	75	70	65	70	100	—	—	—
9 „ „	260	180	95	80	65	65	60	65	80	—	—	—
10 „ „	250	165	85	70	55	55	50	55	70	120	—	—
11 „ „	225	155	75	65	50	50	45	50	65	100	—	—
12 „ „	210	140	65	55	45	45	40	45	55	80	—	—
13 „ „	200	130	60	50	40	40	35	40	50	50	80	—
14 „ „	190	120	55	45	35	35	30	30	40	40	50	80
15 „ „	145	100	50	40	30	30	25	20	20	20	35	50
16 „ „	120	80	45	35	25	25	25	15	10	10	25	35
17 „ „	110	70	40	30	24	20	20	15	10	10	15	25
18 „ „	100	65	35	25	24	20	18	15	10	10	10	10
über 19 „ bis 20 mm	90	55	30	25	24	20	18	15	10	10	10	10
„ 20 „ „ 25 „	60	40	25	25	24	20	18	15	10	10	10	10
„ 25 „ „ 30 „	55	35	15	15	14	10	8	5	0	0	0	0
„ 30 „ „ 35 „	45	30	15	14	10	6	4	0	0	0	0	0
„ 35 „ „ 40 „	40	25	15	10	6	0	0	0	0	0	0	0
„ 40 „ „ 45 „	45	20	15	10	5	0	0	0	0	0	0	0
„ 45 „ „ 50 „	50	30	15	10	5	0	0	0	0	0	0	0
„ 50 „ „ 60 „	55	40	20	10	5	0	0	0	0	0	0	0
„ 60 „ „ 70 „	60	50	25	10	8	0	0	0	0	0	0	0
„ 70 „ „ 80 „	70	60	25	15	10	5	0	0	0	0	0	0
„ 80 „ „ 90 „	—	—	30	20	15	10	0	0	0	0	0	0
„ 90 „ „ 100 „	—	—	—	—	20	10	5	0	0	0	0	0
„ 100 „ „ 110 „	—	—	—	—	25	15	10	8	0	0	0	0
„ 110 „ „ 120 „	—	—	—	—	30	15	15	12	8	6	5	6
„ 120 „ „ 130 „	—	—	—	—	—	—	25	15	12	10	10	12
„ 130 „ „ 140 „	—	—	—	—	—	—	45	25	20	20	20	20
„ 140 „ „ 150 „	—	—	—	—	—	—	60	50	45	45	40	40
„ 150 „ „ 160 „	—	—	—	—	—	—	90	80	70	60	60	60
„ 160 „ „ 170 „	—	—	—	—	—	—	—	90	80	70	70	70
„ 170 „ „ 180 „	—	—	—	—	—	—	—	100	90	80	80	80

Für Messingrohre mit stärkerer Wand als 5 mm werden die Preise besonders vereinbart.

0 bedeutet »Grundpreis«; — bedeutet »wird nicht gefertigt«. Die vorstehenden Preise verstehen sich für Fabrikationslängen: bei fixen Längen über 300 mm bis 7000 mm tritt ein Preiszuschlag von Mk. 5 für 100 kg, unter 300 mm bis 100 mm ein solcher von Mk. 10 für 100 kg ein.

Für Verzinnen der Messingrohre von innen und außen (höchstens bis 6 m Länge) tritt ein Preiszuschlag nach besonderer Vereinbarung ein.

Verpackung wird frachtfrei zurückgenommen und die Hälfte des berechneten Betrages dafür vergütet.

Tombackrohre und polierte Messingrohre nach besonderer Vereinbarung.

Kupferstangen und Bronzestangen werden gewalzt, oder gewalzt und gezogen hergestellt, und mit quadratischem, rechteckigem sowie ovalem Querschnitt geliefert.

Façonkupfer und Façonbronze in beliebigem Querschnitt.

Schienen und Segmentstreifen beliebigen Querschnitts von 80 qmm und darüber, z. B. Lamellen für Kommutatoren usw.

Kupferne Geschoßbänder in Stangen und in Ringen.

Geschmiedete Kupferstücke wie z. B. Lötkolben usw.

Druckwalzen. Die Firma C. Heckmann fertigt als Spezialität nach dem Mannesmannschen Verfahren Kupfer-, Spezial-Gelbbronze-, sowie Aluminiumbronze-Walzen für Gravurzwecke. Diese Walzen sind nach besonderem Verfahren gedichtet und zeigen sich als hervorragend gravurfähig.

Es werden gefertigt: Kupfer- und Gelbbronze-Druckwalzen für die Textilindustrie, Gelbbronze-Gaufrir-Walzen für die Textil-, Tapeten-, Papier- und andere Industrien, und zwar

1. als Mäntel mit cylindrischer Bohrung mit oder ohne Nute, zum Auf- und Abziehen auf hohle Stahlspindeln, zur Warmgaufrage für die Textilbranche,
2. als cylindrische Mäntel, unwandelbar auf volle Stahlspindeln montiert, für Gaufrage von Papier, Zelluloid und anderen Stoffen,
3. als Façonwalzen mit dem Zapfen aus einem Stück, hohl, jedoch nicht gegossen und nicht gebohrt, sondern aus vollem Block durch Walzung mit dem Mannesmann-Verfahren hergestellt, für Warmgaufrage feinerer Gewebe.

Tapetendruckwalzen, Normal-Tapeten-Überdruckwalzen, Buchdruckwalzen usw.

Die Walzen werden in drei verschiedenen Härten geliefert: »W« weich für Gravur mit der Molette für Gewerbe, »WH« hart für Gravur mit der Molette für Papier und andere Stoffe, »H« für Gravur mit dem Fräser für das Pressen von Sammet und Peluche.

Gravurbronzen. Die Gravurbronzen werden in Platten und Façons, z. B. Stempel, hergestellt, und finden Verwendung im Druckereigewerbe, in der Buchbinderei, Kartonage und verwandten Branchen.

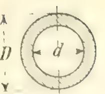
Die Fabrikate sind nach besonderem Verfahren hergestellt und erweisen sich als hervorragend gravurfähig.

Aluminiumbronzen in Platten, Blechen und Stangen werden in jeder gewünschten Qualität hergestellt.

Schlaglot wird in jeder gewünschten Qualität gefertigt.

Tabelle 39.

Widerstandsmomente in cm der Rohre von 80 bis 350 mm Drm. und 1 bis 15 mm Dicke.



$$W = \frac{\pi}{32}\,\frac{D^4 - d^4}{D}.$$

Innerer Rohrdurchmesser in mm d	Wandstärke in mm														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
80	4,7	11	15	21,5	27,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
90	5,7	13	20	27,1	34	40,6	49	57	64	73	81	90	98	108	118
100	6,9	15,9	24	32,2	42	50	60,5	69	79	89	98	110	119	123	143
110	8,6	19	28,5	39,6	50,5	60,2	72,2	83	94	107	119	131	144	156	170
120	9,5	23	33,3	45,5	60	75	85,8	99	113	121	140	155	169	183	199
130	12,8	27	41	54,5	70,2	85	100	115	131	147	163	177	197	221	231
140	14,5	31	47,5	64,5	81	98	116	133	151	169	188	206	225	245	265
150	17,8	36	54	74.3	93	112	132	150	170	185	210	235	257	277	300
160	21	41	62	83	105	124	150	172	196	219	242	266	291	315	341
170	23,5	45	68,3	92,3	120	143	169	194	220	246	272	301	329	354	382
180	25,5	50	71,3	104	133	158	190	216	246	275	304	334	364	394	426
190	29	57	87,5	117	148	178	209	241	273	305	338	370	404	441	484
200	32	64	96	128	164	196	228	266	303	337	373	409	446	488	521
210	—	—	107	144	180	223	255	293	331	371	410	450	490	532	572
220	—	—	115	157	198	238	277	317	363	400	448	496	534	580	625
230	—	—	127	172	216	261	305	354	396	444	489	536	582	636	681
240	—	—	139	187	236	283	331	380	430	489	532	583	634	686	739
250	—	—	153	203	255	306	360	411	467	520	592	632	686	742	800
260	—	—	165	218	274	334	387	448	496	563	622	682	741	801	863
270	—	—	178	236	297	357	415	473	539	606	669	733	799	863	961
280	—	—	190	252	326	384	448	516	570	651	719	787	856	926	998
290	—	—	203	272	342	412	482	554	612	698	766	843	916	990	1066
300	—	—	217	288	366	436	510	591	652	737	810	870	1008	1055	1136
310	—	—	—	303	395	464	544	630	679	786	875	959	1034	1143	1207
320	—	—	—	320	424	499	580	670	727	850	929	1023	1107	1201	1280
330	—	—	—	340	444	529	617	712	789	900	1022	1084	1155	1295	1389
340	—	—	—	374	475	565	655	756	850	951	1051	1154	1247	1358	1454
350	—	—	—	402	500	605	700	800	867	1019	1116	1214	1321	1414	1510

Tabelle 40.

Widerstandsmomente in cm von T, U und Winkelkörpern.

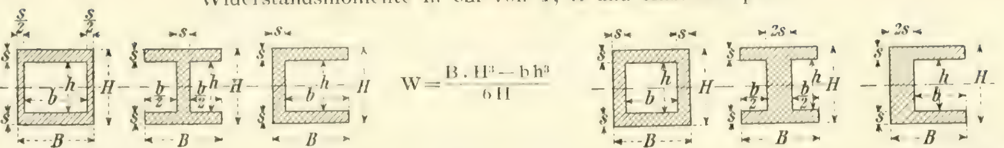
$$W = \frac{1}{3 \cdot e}\left[B \cdot e_1^3 - b(e_1 - s)^3 + s \cdot e^3\right] \qquad e_1 = \frac{1}{2}\,\frac{H^2 + b \cdot s}{H + b}$$

$$W = \frac{1}{3\,e}\left[B \cdot e_1^3 - b(e_1 - s)^3 + 2 \cdot s \cdot e^3\right] \qquad e_1 = \frac{1}{2}\,\frac{2H^2 + b \cdot s}{2H + b}$$

B	s	H in mm 100	150	200	250	300	H in mm 100	150	200	250	300
mm	mm										
100	10	25,5	57,9	94,4	159,3	220,6	31,7	70	122	190	265
	15	36	81	137	225	296	46,8	102	177	282	393
	20	46	103,5	179	286,5	389	58	132	238	358	510
	25	53,3	120	219	333	477,7	70,5	158	280	434	618
200	10	27,4	61,6	105	171	242	37,6	79,8	133	209	302
	15	38,3	86,1	155	229,3	336	47,5	110,5	194	299	439
	20	50	112,5	200	312,5	442	61	142,5	255	395	569
	25	61	137	246	381	543	75	171,7	311	475	685
	30	-	—	290	447	636	—	—	356	718	843
300	10	28	45,1	—	—	—	38	80	—	—	—
	15	41,2	92,7	154	240	358	50	112	200	313	450
	20	53	119	211	329	469	63	145	264	410	585
	25	64	144	258	402	575	77	175	315	500	790
	30	76,6	173	304	474	683	90	205	380	600	860
400	10	30	69	—	—	—	39	82	—	—	—
	15	41	93	170	252	370	50	113	235	317	493
	20	54,3	122	224	335	487	63	150	269	415	595
	25	67	149	263	410	600	73	177	320	505	735
	30	79,8	179	305	476	738	90	209	385	605	884
500	10	-	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	15	42	100	172	266	381	57	126	215	216	467
	20	55,7	126,5	221	345	804	64	147	270	417	601
	25	69	152	280	437	610	79	184	325	510	750
	30	80	180	326	509	740	100	212	390	619	907

Tabelle 41.

Widerstandsmomente in cm von T, E und Kastenkörpern.



$$W = \frac{B \cdot H^3 - b h^3}{6 H}$$

B	s	H 80	H 100	H 150	H 200	H 250	H 100	H 150	H 200	H 250	H 300	H 350	H 400
mm	mm												
100	10	66	90	155	—	—	98,4	179,6	—	—	—	—	—
	15	84	118	211	318	438	126	240	380	544	734	943	1190
	20	96	136	256	393	547	145	286	462	671	914	1190	1500
	25	104	151	291	455	642	—	319	496	753	1060	1398	1773
200	15	162	227	395	576	768	236	423	647	875	1142	1499	1328
	20	185	268	483	719	972	277	513	787	1095	1437	1818	2222
	25	—	297	555	841	1150	302	583	910	1283	1690	2155	2653
	30	—	315	677	937	1306	318	636	1013	1443	1924	2475	3040
	35	—	—	—	1015	1425	—		1093	1577	2121	2820	3381
300	15	240	337	577	916	1137	345	606	903	1208	1547	1913	2301
	20	275	399	711	1110	1596	408	740	1121	1519	1955	2437	2901
	25	—	427	819	1270	1658	447	847	1280	1790	2330	2915	3534
	30	—	468	906	1431	1957	474	930	1459	2027	2545	3390	4069
	35	—	—	—	1562	2095	—	—	1579	2217	2945	3721	4556
400	15	329	450	761	1090	1434	482	778	1152	1540	1945	2398	2500
	20	367	528	939	1395	1792	544	967	1403	1944	2480	3108	3708
	25	—	588	1083	1667	2114	590	1111	1682	2300	2962	3668	4418
	30	—	639	1201	1869	2406	630	1224	1889	2612	3389	4241	5125
	35	—	—	—	2045	2669	—	—	2063	2882	3769	4576	5762
500	15	399	556	921	1348	1765	564	972	1409	1872	2361	2874	3414
	20	459	659	1165	1678	2213	667	1174	1729	2368	3009	3684	4391
	25	—	732	1347	1969	2622	739	1375	2068	2808	3581	4412	5294
	30	—	781	1401	2225	2989	786	1430	2335	3196	4121	5098	6127
	35	—	—	—	2446	3324	—	—	2547	3556	4593	5719	6894

Winkeleisen.

Tabelle 12.

Gewichte der gleichschenkligen Winkeleisen pro Meter:

Schenkel		Gew. kg	Schenkel		Gew. kg	Schenkel		Gew. kg
Länge	Dicke	pr. m	Länge	Dicke	pr. m	Länge	Dicke	pr. m
40	6,5	3,5	60	13	11	90	15	19,5
40	10	5,25	65	10	9,4	90	20	26
40	13	7,07	65	13	12	100	13	19
45	6,5	4,10	65	15	14,2	100	15	22
45	10	6,2	70	10	10,9	100	20	29,5
45	13	8.5	70	13	13	110	13	21
50	6,5	4,4	70	15	15,5	110	15	24
50	10	7,2	75	10	11,9	120	13	23
50	13	10	75	13	14,2	120	15	26,3
55	6,5	4,9	75	15	16	120	20	36
55	10	7,8	80	13	15	130	12	23,2
55	13	9,6	80	15	17,5	130	16	30,4
60	6,5	5,8	80	20	22,3	130	20	38,2
60	10	8,6	90	13	16,93			

Zink. Siehe Metalle.

Zinn. Siehe Metalle.

Zinnrohr. Siehe Bleirohr.

Tabelle 43. **Kreisumfänge und -Inhalte, Quadrate, Kuben, Quadrat- und Kubikwurzeln, Reciproken und Logarithmen.**

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1000}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
1	1	1	1,0000	1,0000	0,00000	1000,000	3,142	0,7854	1
2	4	8	1,4142	1,2599	0,30103	500,000	6,283	3,1416	2
3	9	27	1,7321	1,4422	0,47712	333,333	9,425	7,0686	3
4	16	64	2,0000	1,5874	0,60206	250,000	12,566	12,5664	4
5	25	125	2,2361	1,7100	0,69897	200,000	15,708	19,6350	5
6	36	216	2,4495	1,8171	0,77815	166,667	18,850	28,2743	6
7	49	343	2,6458	1,9129	0,84510	142,857	21,991	38,4845	7
8	64	512	2,8284	2,0000	0,90309	125,000	25,133	50,2655	8
9	81	729	3,0000	2,0801	0,95424	111,111	28,274	63,6173	9
10	1 00	1 000	3,1623	2,1544	1,00000	100,000	31,416	78,5398	**10**
11	1 21	1 331	3,3166	2,2240	1,04139	90,9091	34,558	95,0332	11
12	1 44	1 728	3,4641	2,2894	1,07918	83,3333	37,699	113,097	12
13	1 69	2 197	3,6056	2,3513	1,11394	76,9231	40,841	132,732	13
14	1 96	2 744	3,7417	2,4101	1,14613	71,4286	43,982	153,938	14
15	2 25	3 375	3,8730	2,4662	1,17609	66,6667	47,124	176,715	15
16	2 56	4 096	4,0000	2,5198	1,20412	62,5000	50,265	201,062	16
17	2 89	4 913	4,1231	2,5713	1,23045	58,8235	53,407	226,980	17
18	3 24	5 832	4,2426	2,6207	1,25527	55,5556	56,549	254,469	18
19	3 61	6 859	4,3589	2,6684	1,27875	52,6316	59,690	283,529	19
20	4 00	8 000	4,4721	2,7144	1,30103	50,0000	62,832	314,159	**20**
21	4 41	9 261	4,5826	2,7589	1,32222	47,6190	65,973	346,361	21
22	4 84	10 648	4,6904	2,8020	1,34242	45,4545	69,115	380,133	22
23	5 29	12 167	4,7958	2,8439	1,36173	43,4783	72,257	415,476	23
24	5 76	13 824	4,8990	2,8845	1,38021	41,6667	75,398	452,389	24
25	6 25	15 625	5,0000	2,9240	1,39794	40,0000	78,540	490,874	25
26	6 76	17 576	5,0990	2,9625	1,41497	38,4615	81,681	530,929	26
27	7 29	19 683	5,1962	3,0000	1,43136	37,0370	84,823	572,555	27
28	7 84	21 952	5,2915	3,0366	1,44716	35,7143	87,965	615,752	28
29	8 41	24 389	5,3852	3,0723	1,46240	34,4828	91,106	660,520	29
30	9 00	27 000	5,4772	3,1072	1,47712	33,3333	94,248	706,858	**30**
31	9 61	29 791	5,5678	3,1414	1,49136	32,2581	97,389	754,768	31
32	10 24	32 768	5,6569	3,1748	1,50515	31,2500	100,531	804,248	32
33	10 89	35 937	5,7446	3,2075	1,51851	30,3030	103,673	855,299	33
34	11 56	39 304	5,8310	3,2396	1,53148	29,4118	106,814	907,920	34
35	12 25	42 875	5,9161	3,2711	1,54407	28,5714	109,956	962,113	35
36	12 96	46 656	6,0000	3,3019	1,55630	27,7778	113,097	1017,88	36
37	13 69	50 653	6,0828	3,3322	1,56820	27,0270	116,239	1075,21	37
38	14 44	54 872	6,1644	3,3620	1,57978	26,3158	119,381	1134,11	38
39	15 21	59 319	6,2450	3,3912	1,59106	25,6410	122,522	1194,59	39
40	16 00	64 000	6,3246	3,4200	1,60206	25,0000	125,66	1256,64	**40**
41	16 81	68 921	6,4031	3,4482	1,61278	24,3902	128,81	1320,25	41
42	17 64	74 088	6,4807	3,4760	1,62325	23,8095	131,95	1385,44	42
43	18 49	79 507	6,5574	3,5034	1,63347	23,2558	135,09	1452,20	43
44	19 36	85 184	6,6332	3,5303	1,64345	22,7273	138,23	1520,53	44
45	20 25	91 125	6,7082	3,5569	1,65321	22,2222	141,37	1590,43	45
46	21 16	97 336	6,7823	3,5830	1,66276	21,7391	144,51	1661,90	46
47	22 09	103 823	6,8557	3,6088	1,67210	21,2766	147,65	1734,94	47
48	23 04	110 592	6,9282	3,6342	1,68124	20,8333	150,80	1809,56	48
49	24 01	117 649	7,0000	3,6593	1,69020	20,4082	153,94	1885,74	49
50	25 00	125 000	7,0711	3,6840	1,69897	20,0000	157,08	1963,50	**50**

Tab. 13. Kreisumfänge u. -Inhalte, Quadrate, Kuben, Quadrat- u. Kubikwurzeln usw.

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1000}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
50	25 00	125 000	7,0711	3,6840	1,69897	20,0000	157,08	1963,50	**50**
51	26 01	132 651	7,1414	3,7084	1,70757	19,6078	160,22	2042,82	51
52	27 04	140 608	7,2111	3,7325	1,71600	19,2308	163,36	2123,72	52
53	28 09	148 877	7,2801	3,7563	1,72428	18,8679	166,50	2206,18	53
54	29 16	157 464	7,3485	3,7798	1,73239	18,5185	169,65	2290,22	54
55	30 25	166 375	7,4162	3,8030	1,74036	18,1818	172,79	2375,83	55
56	31 36	175 616	7,4833	3,8259	1,74819	17,8571	175,93	2463,01	56
57	32 49	185 193	7,5498	3,8485	1,75587	17,5439	179,07	2551,76	57
58	33 64	195 112	7,6158	3,8709	1,76343	17,2414	182,21	2642,08	58
59	34 81	205 379	7,6811	3,8930	1,77085	16,9492	185,35	2733,97	59
60	36 00	216 000	7,7460	3,9149	1,77815	16,6667	188,50	2827,43	**60**
61	37 21	226 981	7,8102	3,9365	1,78533	16,3934	191,64	2922,47	61
62	38 44	238 328	7,8740	3,9579	1,79239	16,1290	194,78	3019,07	62
63	39 69	250 047	7,9373	3,9791	1,79934	15,8730	197,92	3117,25	63
64	40 96	262 144	8,0000	4,0000	1,80618	15,6250	201,06	3216,99	64
65	42 25	274 625	8,0623	4,0207	1,81291	15,3846	204,20	3318,31	65
66	43 56	287 496	8,1240	4,0412	1,81954	15,1515	207,35	3421,19	66
67	44 89	300 763	8,1854	4,0615	1,82607	14,9254	210,49	3525,65	67
68	46 24	314 432	8,2462	4,0817	1,83251	14,7059	213,63	3631,68	68
69	47 61	328 509	8,3066	4,1016	1,83885	14,4928	216,77	3739,28	69
70	49 00	343 000	8,3666	4,1213	1,84510	14,2857	219,91	3848,45	**70**
71	50 41	357 911	8,4261	4,1408	1,85126	14,0845	223,05	3959,19	71
72	51 84	373 248	8,4853	4,1602	1,85733	13,8889	226,19	4071,50	72
73	53 29	389 017	8,5440	4,1793	1,86332	13,6986	229,34	4185,39	73
74	54 76	405 224	8,6023	4,1983	1,86923	13,5135	232,48	4300,84	74
75	56 25	421 875	8,6603	4,2172	1,87506	13,3333	235,62	4417,86	75
76	57 76	438 976	8,7178	4,2358	1,88081	13,1579	238,76	4536,46	76
77	59 29	456 533	8,7750	4,2543	1,88649	12,9870	241,90	4656,63	77
78	60 84	474 552	8,8318	4,2727	1,89209	12,8205	245,04	4778,36	78
79	62 41	493 039	8,8882	4,2908	1,89763	12,6582	248,19	4901,67	79
80	64 00	512 000	8,9443	4,3089	1,90309	12,5000	251,33	5026,55	**80**
81	65 61	531 441	9,0000	4,3267	1,90849	12,3457	254,47	5153,00	81
82	67 24	551 368	9,0554	4,3445	1,91381	12,1951	257,61	5281,02	82
83	68 89	571 787	9,1104	4,3621	1,91908	12,0482	260,75	5410,61	83
84	70 56	592 704	9,1652	4,3795	1,92428	11,9048	263,89	5541,77	84
85	72 25	614 125	9,2195	4,3968	1,92942	11,7647	267,04	5674,50	85
86	73 96	636 056	9,2736	4,4140	1,93450	11,6279	270,18	5808,80	86
87	75 69	658 503	9,3274	4,4310	1,93952	11,4943	273,32	5944,68	87
88	77 44	681 472	9,3808	4,4480	1,94448	11,3636	276,46	6082,12	88
89	79 21	704 969	9,4340	4,4647	1,94939	11,2360	279,60	6221,14	89
90	81 00	729 000	9,4868	4,4814	1,95424	11,1111	282,74	6361,73	**90**
91	82 81	753 571	9,5394	4,4979	1,95904	10,9890	285,88	6503,88	91
92	84 64	778 688	9,5917	4,5144	1,96379	10,8696	289,03	6647,61	92
93	86 49	804 357	9,6437	4,5307	1,96848	10,7527	292,17	6792,91	93
94	88 36	830 584	9,6954	4,5468	1,97313	10,6383	295,31	6939,78	94
95	90 25	857 375	9,7468	4,5629	1,97772	10,5263	298,45	7088,22	95
96	92 16	884 736	9,7980	4,5789	1,98227	10,4167	301,59	7238,23	96
97	94 09	912 673	9,8489	4,5947	1,98677	10,3093	304,73	7389,81	97
98	96 04	941 192	9,8995	4,6104	1,99123	10,2041	307,88	7542,96	98
99	98 01	970 299	9,9499	4,6261	1,99564	10,1010	311,02	7697,69	99
100	1 00 00	1 000 000	10,0000	4,6416	2,00000	10,0000	314,16	7853,98	**100**

Tab. 43. Kreisumfänge u. -Inhalte, Quadrate, Kuben, Quadrat- u. Kubikwurzeln usw.

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1000}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
100	10000	1000000	10,0000	4,6416	2,00000	10,0000	314,16	7853,98	**100**
101	10201	1030301	10,0499	4,6570	2,00432	9,90099	317,30	8011,85	101
102	10404	1061208	10,0995	4,6723	2,00860	9,80392	320,44	8171,28	102
103	10609	1092727	10,1489	4,6875	2,01284	9,70874	323,58	8332,29	103
104	10816	1124864	10,1980	4,7027	2,01703	9,61538	326,73	8494,87	104
105	11025	1157625	10,2470	4,7177	2,02119	9,52381	329,87	8659,01	105
106	11236	1191016	10,2956	4,7326	2,02531	9,43396	333,01	8824,73	106
107	11449	1225043	10,3441	4,7475	2,02938	9,34579	336,15	8992,02	107
108	11664	1259712	10,3923	4,7622	2,03342	9,25926	339,29	9160,88	108
109	11881	1295029	10,4403	4,7769	2,03743	9,17431	342,43	9331,32	109
110	12100	1331000	10,4881	4,7914	2,04139	9,09091	345,58	9503,32	**110**
111	12321	1367631	10,5357	4,8059	2,04532	9,00901	348,72	9676,89	111
112	12544	1404928	10,5830	4,8203	2,04922	8,92857	351,86	9852,03	112
113	12769	1442897	10,6301	4,8346	2,05308	8,84956	355,00	10028,7	113
114	12996	1481544	10,6771	4,8488	2,05690	8,77193	358,14	10207,0	114
115	13225	1520875	10,7238	4,8629	2,06070	8,69565	361,28	10386,9	115
116	13456	1560896	10,7703	4,8770	2,06446	8,62069	364,42	10568,3	116
117	13689	1601613	10,8167	4,8910	2,06819	8,54701	367,57	10751,3	117
118	13924	1643032	10,8628	4,9049	2,07188	8,47458	370,71	10935,9	118
119	14161	1685159	10,9087	4,9187	2,07555	8,40336	373,85	11122,0	119
120	14400	1728000	10,9545	4,9324	2,07918	8,33333	376,99	11309,7	**120**
121	14641	1771561	11,0000	4,9461	2,08279	8,26446	380,13	11499,0	121
122	14884	1815848	11,0454	4,9597	2,08636	8,19672	383,27	11689,9	122
123	15129	1860867	11,0905	4,9732	2,08991	8,13008	386,42	11882,3	123
124	15376	1906624	11,1355	4,9866	2,09342	8,06452	389,56	12076,3	124
125	15625	1953125	11,1803	5,0000	2,09691	8,00000	392,70	12271,8	125
126	15876	2000376	11,2250	5,0133	2,10037	7,93651	395,84	12469,0	126
127	16129	2048383	11,2694	5,0265	2,10380	7,87402	398,98	12667,7	127
128	16384	2097152	11,3137	5,0397	2,10721	7,81250	402,12	12868,0	128
129	16641	2146689	11.3578	5,0528	2,11059	7,75194	405.27	13069,8	129
130	16900	2197000	11,4018	5,0658	2,11394	7,69231	408,41	13273,2	**130**
131	17161	2248091	11,4455	5,0788	2,11727	7,63359	411,55	13478,2	131
132	17424	2299968	11,4891	5,0916	2,12057	7,57576	414,69	13684,8	132
133	17689	2352637	11,5326	5,1045	2,12385	7,51880	417,83	13892,9	133
134	17956	2406104	11,5758	5,1172	2,12710	7,46269	420,97	14102,6	134
135	18225	2460375	11,6190	5,1299	2,13033	7,40741	424,12	14313,9	135
136	18496	2515456	11,6619	5,1426	2,13354	7,35294	427,26	14526,7	136
137	18769	2571353	11,7047	5,1551	2,13672	7,29927	430,40	14741,1	137
138	19044	2628072	11,7473	5,1676	2,13988	7,24638	433,54	14957,1	138
139	19321	2685619	11,7898	5,1801	2,14301	7,19424	436,68	15174,7	139
140	19600	2744000	11,8322	5,1925	2,14613	7,14286	439,82	15393,8	**140**
141	19881	2803221	11,8743	5,2048	2,14922	7,09220	442,96	15614,5	141
142	20164	2863288	11,9164	5,2171	2,15229	7,04225	446,11	15836,8	142
143	20449	2924207	11,9583	5,2293	2,15534	6,99301	449,25	16060,6	143
144	20736	2985984	12,0000	5,2415	2,15836	6,94444	452,39	16286,0	144
145	21025	3048625	12,0416	5,2536	2,16137	6,89655	455,53	16513,0	145
146	21316	3112136	12,0830	5,2656	2,16435	6,84932	458,67	16741,5	146
147	21609	3176523	12,1244	5,2776	2,16732	6.80272	461,81	16971,7	147
148	21904	3241792	12,1655	5,2896	2,17026	6,75676	464,96	17203,4	148
149	22201	3307949	12,2066	5,3015	2,17319	6,71141	468,10	17436,6	149
150	22500	3375000	12,2474	5,3133	2,17609	6,66667	471,24	17671,5	**150**

Tab. 43. Kreisumfänge u. -Inhalte, Quadrate, Kuben, Quadrat- u. Kubikwurzeln usw.

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1000}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
150	22500	3375000	12,2474	5,3133	2,17609	6,66667	471,24	17671,5	**150**
151	22801	3442951	12,2882	5,3251	2,17898	6,62252	474,38	17907,9	151
152	23104	3511808	12,3288	5,3368	2,18184	6,57895	477,52	18145,8	152
153	23409	3581577	12,3693	5,3485	2,18469	6,53595	480,66	18385,4	153
154	23716	3652264	12,4097	5,3601	2,18752	6,49351	483,81	18626,5	154
155	24025	3723875	12,4499	5,3717	2,19033	6,45161	486,95	18869,2	155
156	24336	3796416	12,4900	5,3832	2,19312	6,41026	490,09	19113,4	156
157	24649	3869893	12,5300	5,3947	2,19590	6,36943	493,23	19359,3	157
158	24964	3944312	12,5698	5,4061	2,19866	6,32911	496,37	19606,7	158
159	25281	4019679	12,6095	5,4175	2,20140	6,28931	499,51	19855,7	159
160	25600	4096000	12,6491	5,4288	2,20412	6,25000	502,65	20106,2	**160**
161	25921	4173281	12,6886	5,4401	2,20683	6,21118	505,80	20358,3	161
162	26244	4251528	12,7279	5,4514	2,20952	6,17284	508,94	20612,0	162
163	26569	4330747	12,7671	5,4626	2,21219	6,13497	512,08	20867,2	163
164	26896	4410944	12,8062	5,4737	2,21484	6,09756	515,22	21124,1	164
165	27225	4492125	12,8452	5,4848	2,21748	6,06061	518,36	21382,5	165
166	27556	4574296	12,8841	5,4959	2,22011	6,02410	521,50	21642,4	166
167	27889	4657463	12,9228	5,5069	2,22272	5,98802	524,65	21904,0	167
168	28224	4741632	12,9615	5,5178	2,22531	5,95238	527,79	22167,1	168
169	28561	4826809	13,0000	5,5288	2,22789	5,91716	530,93	22431,8	169
170	28900	4913000	13,0384	5,5397	2,23045	5,88235	534,07	22698,0	**170**
171	29241	5000211	13,0767	5,5505	2,23300	5,84795	537,21	22965,8	171
172	29584	5088448	13,1149	5,5613	2,23553	5,81395	540,35	23235,2	172
173	29929	5177717	13,1529	5,5721	2,23805	5,78035	543,50	23506,2	173
174	30276	5268024	13,1909	5,5828	2,24055	5,74713	546,64	23778,7	174
175	30625	5359375	13,2288	5,5934	2,24304	5,71429	549,78	24052,8	175
176	30976	5451776	13,2665	5,6041	2,24551	5,68182	552,92	24328,5	176
177	31329	5545233	13,3041	5,6147	2,24797	5,64972	556,06	24605,7	177
178	31684	5639752	13,3417	5,6252	2,25042	5,61798	559,20	24884,6	178
179	32041	5735339	13,3791	5,6357	2,25285	5,58659	562,35	25164,9	179
180	32400	5832000	13,4164	5,6462	2,25527	5,55556	565,49	25446,9	**180**
181	32761	5929741	13,4536	5,6567	2,25768	5,52486	568,63	25730,4	181
182	33124	6028568	13,4907	5,6671	2,26007	5,49451	571,77	26015,5	182
183	33489	6128487	13,5277	5,6774	2,26245	5,46448	574,91	26302,2	183
184	33856	6229504	13,5647	5,6877	2,26482	5,43478	578,05	26590,4	184
185	34225	6331625	13,6015	5,6980	2,26717	5,40541	581,19	26880,3	185
186	34596	6434856	13,6382	5,7083	2,26951	5,37634	584,34	27171,6	186
187	34969	6539203	13,6748	5,7185	2,27184	5,34759	587,48	27464,6	187
188	35344	6644672	13,7113	5,7287	2,27416	5,31915	590,62	27759,1	188
189	35721	6751269	13,7477	5,7388	2,27646	5,29101	593,76	28055,2	189
190	36100	6859000	13,7840	5,7489	2,27875	5,26316	596,90	28352,9	**190**
191	36481	6967871	13,8203	5,7590	2,28103	5,23560	600,04	28652,1	191
192	36864	7077888	13,8564	5,7690	2,28330	5,20833	603,19	28952,9	192
193	37249	7189057	13,8924	5,7790	2,28556	5,18135	606,33	29255,3	193
194	37636	7301384	13,9284	5,7890	2,28780	5,15464	609,47	29559,2	194
195	38025	7414875	13,9642	5,7989	2,29003	5,12821	612,61	29864,8	195
196	38416	7529536	14,0000	5,8088	2,29226	5,10204	615,75	30171,9	196
197	38809	7645373	14,0357	5,8186	2,29447	5,07614	618,89	30480,5	197
198	39204	7762392	14,0712	5,8285	2,29667	5,05051	622,04	30790,7	198
199	39601	7880599	14,1067	5,8383	2,29885	5,02513	625,18	31102,6	199
200	40000	8000000	14,1421	5,8480	2,30103	5,00000	628,32	31415,9	**200**

Tab. 43. Kreisumfänge u. -Inhalte, Quadrate, Kuben, Quadrat- u. Kubikwurzeln usw.

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1000}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
200	40000	8000000	14,1421	5,8480	2,30103	5,00000	628,32	31415,9	**200**
201	40401	8120601	14,1774	5,8578	2,30320	4,97512	631,46	31730,9	201
202	40804	8242408	14,2127	5,8675	2,30535	4,95050	634,60	32047,4	202
203	41209	8365427	14,2478	5,8771	2,30750	4,92611	637,74	32365,5	203
204	41616	8489664	14,2829	5,8868	2,30963	4,90196	640,88	32685,1	204
205	42025	8615125	14,3178	5,8964	2,31175	4,87805	644,03	33006,4	205
206	42436	8741816	14,3527	5,9059	2,31387	4,85437	647,17	33329,2	206
207	42849	8869743	14,3875	5,9155	2,31597	4,83092	650,31	33653,5	207
208	43264	8998912	14,4222	5,9250	2,31806	4,80769	653,45	33979,5	208
209	43681	9129329	14,4568	5,9345	2,32015	4,78469	656,59	34307,0	209
210	44100	9261000	14,4914	5,9439	2,32222	4,76190	659,73	34636,1	**210**
211	44521	9393931	14,5258	5,9533	2,32428	4,73934	662,88	34966,7	211
212	44944	9528128	14,5602	5,9627	2,32634	4,71698	666,02	35298,9	212
213	45369	9663597	14,5945	5,9721	2,32838	4,69484	669,16	35632,7	213
214	45796	9800344	14,6287	5,9814	2,33041	4,67290	672,30	35968,1	214
215	46225	9938375	14,6629	5,9907	2,33244	4,65116	675,44	36305,0	215
216	46656	10077696	14,6969	6,0000	2,33445	4,62963	678,58	36643,5	216
217	47089	10218313	14,7309	6,0092	2,33646	4,60829	681,73	36983,6	217
218	47524	10360232	14,7648	6,0185	2,33846	4,58716	684,87	37325,3	218
219	47961	10503459	14,7986	6,0277	2,34044	4,56621	688,01	37668,5	219
220	48400	10648000	14,8324	6,0368	2,34242	4,54545	691,15	38013,3	**220**
221	48841	10793861	14,8661	6,0459	2,34439	4,52489	694,29	38359,6	221
222	49284	10941048	14,8997	6,0550	2,34635	4,50450	697,43	38707,6	222
223	49729	11089567	14,9332	6,0641	2,34830	4,48430	700,58	39057,1	223
224	50176	11239424	14,9666	6,0732	2,35025	4,46429	703,72	39408,1	224
225	50625	11390625	15,0000	6,0822	2,35218	4,44444	706,86	39760,8	225
226	51076	11543176	15,0333	6,0912	2,35411	4,42478	710,00	40115,0	226
227	51529	11697083	15,0665	6,1002	2,35603	4,40529	713,14	40470,8	227
228	51984	11852352	15,0997	6,1091	2,35793	4,38596	716,28	40828,1	228
229	52441	12008989	15,1327	6,1180	2,35984	4,36681	719,42	41187,1	229
230	52900	12167000	15,1658	6,1269	2,36173	4,34783	722,57	41547,6	**230**
231	53361	12326391	15,1987	6,1358	2,36361	4,32900	725,71	41909,6	231
232	53824	12487168	15,2315	6,1446	2,36549	4,31034	728,85	42273,3	232
233	54289	12649337	15,2643	6,1534	2,36736	4,29185	731,99	42638,5	233
234	54756	12812904	15,2971	6,1622	2,36922	4,27350	735,13	43005,3	234
235	55225	12977875	15,3297	6,1710	2,37107	4,25532	738,27	43373,6	235
236	55696	13144256	15,3623	6,1797	2,37291	4,23729	741,42	43743,5	236
237	56169	13312053	15,3948	6,1885	2,37475	4,21941	744,56	44115,0	237
238	56644	13481272	15,4272	6,1972	2,37658	4,20168	747,70	44488,1	238
239	57121	13651919	15,4596	6,2058	2,37840	4,18410	750,84	44862,7	239
240	57600	13824000	15,4919	6,2145	2,38021	4,16667	753,98	45238,9	**240**
241	58081	13997521	15,5242	6,2231	2,38202	4,14938	757,12	45616,7	241
242	58564	14172488	15,5563	6,2317	2,38382	4,13223	760,27	45996,1	242
243	59049	14348907	15,5885	6,2403	2,38561	4,11523	763,41	46377,0	243
244	59536	14526784	15,6205	6,2488	2,38739	4,09836	766,55	46759,5	244
245	60025	14706125	15,6525	6,2573	2,38917	4,08163	769,69	47143,5	245
246	60516	14886936	15,6844	6,2658	2,39094	4,06504	772,83	47529,2	246
247	61009	15069223	15,7162	6,2743	2,39270	4,04858	775,97	47916,4	247
248	61504	15252992	15,7480	6,2828	2,39445	4,03226	779,11	48305,1	248
249	62001	15438249	15,7797	6,2912	2,39620	4,01606	782,26	48695,5	249
250	62500	15625000	15,8114	6,2996	2,39794	4,00000	785,40	49087,4	**250**

Tab. 43. Kreisumfänge u. -Inhalte, Quadrate, Kuben, Quadrat- u. Kubikwurzeln usw.

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1000}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
250	62500	15625000	15,8114	6,2996	2,39794	4,00000	785,40	49087,4	**250**
251	63001	15813251	15,8430	6,3080	2,39967	3,98406	788,54	49480,9	251
252	63504	16003008	15,8745	6,3164	2,40140	3,96825	791,68	49875,9	252
253	64009	16194277	15,9060	6,3247	2,40312	3,95257	794,82	50272,6	253
254	64516	16387064	15,9374	6,3330	2,40483	3,93701	797,96	50670,7	254
255	65025	16581375	15,9687	6,3413	2,40654	3,92157	801,11	51070,5	255
256	65536	16777216	16,0000	6,3496	2,40824	3,90625	804,25	51471,9	256
257	66049	16974593	16,0312	6,3579	2,40993	3,89105	807,39	51874,8	257
258	66564	17173512	16,0624	6,3661	2,41162	3,87597	810,53	52279,2	258
259	67081	17373979	16,0935	6,3743	2,41330	3,86100	813,67	52685,3	259
260	67600	17576000	16,1245	6,3825	2,41497	3,84615	816,81	53092,9	**260**
261	68121	17779581	16,1555	6,3907	2,41664	3,83142	819,96	53502,1	261
262	68644	17984728	16,1864	6,3988	2,41830	3,81679	823,10	53912,9	262
263	69169	18191447	16,2173	6,4070	2,41996	3,80228	826,24	54325,2	263
264	69696	18399744	16,2481	6,4151	2,42160	3,78788	829,38	54739,1	264
265	70225	18609625	16,2788	6,4232	2,42325	3,77358	832,52	55154,6	265
266	70756	18821096	16,3095	6,4312	2,42488	3,75940	835,66	55571,6	266
267	71289	19034163	16,3401	6,4393	2,42651	3,74532	838,81	55990,2	267
268	71824	19248832	16,3707	6,4473	2,42813	3,73134	841,95	56410,4	268
269	72361	19465109	16,4012	6,4553	2,42975	3,71747	845,09	56832,2	269
270	72900	19683000	16,4317	6,4633	2,43136	3,70370	848,23	57255,5	**270**
271	73441	19902511	16,4621	6,4713	2,43297	3,69004	851,37	57680,4	271
272	73984	20123648	16,4924	6,4792	2,43457	3,67647	854,51	58106,9	272
273	74529	20346417	16,5227	6,4872	2,43616	3,66300	857,65	58534,9	273
274	75076	20570824	16,5529	6,4951	2,43775	3,64964	860,80	58964,6	274
275	75625	20796875	16,5831	6,5030	2,43933	3,63636	863,94	59395,7	275
276	76176	21024576	16,6132	6,5108	2,44091	3,62319	867,08	59828,5	276
277	76729	21253933	16,6433	6,5187	2,44248	3,61011	870,22	60262,8	277
278	77284	21484952	16,6733	6,5265	2,44404	3,59712	873,36	60698,7	278
279	77841	21717639	16,7033	6,5343	2,44560	3,58423	876,50	61136,2	279
280	78400	21952000	16,7332	6,5421	2,44716	3,57143	879,65	61575,2	**280**
281	78961	22188041	16,7631	6,5499	2,44871	3,55872	882,79	62015,8	281
282	79524	22425768	16,7929	6,5577	2,45025	3,54610	885,93	62458,0	282
283	80089	22665187	16,8226	6,5654	2,45179	3,53357	889,07	62901,8	283
284	80656	22906304	16,8523	6,5731	2,45332	3,52113	892,21	63347,1	284
285	81225	23149125	16,8819	6,5808	2,45484	3,50877	895,35	63794,0	285
286	81796	23393656	16,9115	6,5885	2,45637	3,49650	898,50	64242,4	286
287	82369	23639903	16,9411	6,5962	2,45788	3,48432	901,64	64692,5	287
288	82944	23887872	16,9706	6,6039	2,45939	3,47222	904,78	65144,1	288
289	83521	24137569	17,0000	6,6115	2,46090	3,46021	907,92	65597,2	289
290	84100	24389000	17,0294	6,6191	2,46240	3,44828	911,06	66052,0	**290**
291	84681	24642171	17,0587	6,6267	2,46389	3,43643	914,20	66508,3	291
292	85264	24897088	17,0880	6,6343	2,46538	3,42466	917,35	66966,2	292
293	85849	25153757	17,1172	6,6419	2,46687	3,41297	920,49	67425,6	293
294	86436	25412184	17,1464	6,6494	2,46835	3,40136	923,63	67886,7	294
295	87025	25672375	17,1756	6,6569	2,46982	3,38983	926,77	68349,3	295
296	87616	25934336	17,2047	6,6644	2,47129	3,37838	929,91	68813,4	296
297	88209	26198073	17,2337	6,6719	2,47276	3,36700	933,05	69279,2	297
298	88804	26463592	17,2627	6,6794	2,47422	3,35570	936,19	69746,5	298
299	89401	26730899	17,2916	6,6869	2,47567	3,34448	939,34	70215,4	299
300	90000	27000000	17,3205	6,6943	2,47712	3,33333	942,48	70685,8	**300**

Tab. 13. Kreisumfänge u. -Inhalte, Quadrate, Kuben, Quadrat- u. Kubikwurzeln usw.

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1000}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
300	90000	27000000	17,3205	6,6943	2,47712	3,33333	942,48	70685,8	**300**
301	90601	27270901	17,3494	6,7018	2,47857	3,32226	945,62	71157,9	301
302	91204	27543608	17,3781	6,7092	2,48001	3,31126	948,76	71631,5	302
303	91809	27818127	17,4069	6,7166	2,48144	3,30033	951,90	72106,6	303
304	92416	28094464	17,4356	6,7240	2,48287	3,28947	955,04	72583,4	304
305	93025	28372625	17,4642	6,7313	2,48430	3,27869	958,19	73061,7	305
306	93636	28652616	17,4929	6,7387	2,48572	3,26797	961,33	73541,5	306
307	94249	28934443	17,5214	6,7460	2,48714	3,25733	964,47	74023,0	307
308	94864	29218112	17,5499	6,7533	2,48855	3,24675	967,61	74506,0	308
309	95481	29503629	17,5784	6,7606	2,48996	3,23625	970,75	74990,6	309
310	96100	29791000	17,6068	6,7679	2,49136	3,22581	973,89	75476,8	**310**
311	96721	30080231	17,6352	6,7752	2,49276	3,21543	977,04	75964,5	311
312	97344	30371328	17,6635	6,7824	2,49415	3,20513	980,18	76453,8	312
313	97969	30664297	17,6918	6,7897	2,49554	3,19489	983,32	76944,7	313
314	98596	30959144	17,7200	6,7969	2,49693	3,18471	986,46	77437,1	314
315	99225	31255875	17,7482	6,8041	2,49831	3,17460	989,60	77931,1	315
316	99856	31554496	17,7764	6,8113	2,49969	3,16456	992,74	78426,7	316
317	100489	31855013	17,8045	6,8185	2,50106	3,15457	995,88	78923,9	317
318	101124	32157432	17,8326	6,8256	2,50243	3,14465	999,03	79422,6	318
319	101761	32461759	17,8606	6,8328	2,50379	3,13480	1002,2	79922,9	319
320	102400	32768000	17,8885	6,8399	2,50515	3,12500	1005,3	80424,8	**320**
321	103041	33076161	17,9165	6,8470	2,50651	3,11526	1008,5	80928,2	321
322	103684	33386248	17,9444	6,8541	2,50786	3,10559	1011,6	81433,2	322
323	104329	33698267	17,9722	6,8612	2,50920	3,09598	1014,7	81939,8	323
324	104976	34012224	18,0000	6,8683	2,51055	3,08642	1017,9	82448,0	324
325	105625	34328125	18,0278	6,8753	2,51188	3,07692	1021,0	82957,7	325
326	106276	34645976	18,0555	6,8824	2,51322	3,06748	1024,2	83469,0	326
327	106929	34965783	18,0831	6,8894	2,51455	3,05810	1027,3	83981,8	327
328	107584	35287552	18,1108	6,8964	2,51587	3,04878	1030,4	84496,3	328
329	108241	35611289	18,1384	6,9034	2,51720	3,03951	1033,6	85012,3	329
330	108900	35937000	18,1659	6,9104	2,51851	3,03030	1036,7	85529,9	**330**
331	109561	36264691	18,1934	6,9174	2,51983	3,02115	1039,9	86049,0	331
332	110224	36594368	18,2209	6,9244	2,52114	3,01205	1043,0	86569,7	332
333	110889	36926037	18,2483	6,9313	2,52244	3,00300	1046,2	87092,0	333
334	111556	37259704	18,2757	6,9382	2,52375	2,99401	1049,3	87615,9	334
335	112225	37595375	18,3030	6,9451	2,52504	2,98507	1052,4	88141,3	335
336	112896	37933056	18,3303	6,9521	2,52634	2,97619	1055,6	88668,3	336
337	113569	38272753	18,3576	6,9589	2,52763	2,96736	1058,7	89196,9	337
338	114244	38614472	18,3848	6,9658	2,52892	2,95858	1061,9	89727,0	338
339	114921	38958219	18,4120	6,9727	2,53020	2,94985	1065,0	90258,7	339
340	115600	39304000	18,4391	6,9795	2,53148	2,94118	1068,1	90792,0	**340**
341	116281	39651821	18,4662	6,9864	2,53275	2,93255	1071,3	91326,9	341
342	116964	40001688	18,4932	6,9932	2,53403	2,92398	1074,4	91863,3	342
343	117649	40353607	18,5203	7,0000	2,53529	2,91545	1077,6	92401,3	343
344	118336	40707584	18,5472	7,0068	2,53656	2,90698	1080,7	92940,9	344
345	119025	41063625	18,5742	7,0136	2,53782	2,89855	1083,8	93482,0	345
346	119716	41421736	18,6011	7,0203	2,53908	2,89017	1087,0	94024,7	346
347	120409	41781923	18,6279	7,0271	2,54033	2,88184	1090,1	94569,0	347
348	121104	42144192	18,6548	7,0338	2,54158	2,87356	1093,3	95114,9	348
349	121801	42508549	18,6815	7,0406	2,54283	2,86533	1096,4	95662,3	349
350	122500	42875000	18,7083	7,0473	2,54407	2,85714	1099,6	96211,3	**350**

Tab. 13. Kreisumfänge u. -Inhalte, Quadrate, Kuben, Quadrat- u. Kubikwurzeln usw.

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1000}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
350	122500	42875000	18,7083	7,0473	2,54407	2,85714	1099,6	96211,3	**350**
351	123201	43243551	18,7350	7,0540	2,54531	2,84900	1102,7	96761,8	351
352	123904	43614208	18,7617	7,0607	2,54654	2,84091	1105,8	97314,0	352
353	124609	43986977	18,7883	7,0674	2,54777	2,83286	1109,0	97867,7	353
354	125316	44361864	18,8149	7,0740	2,54900	2,82486	1112,1	98423,0	354
355	126025	44738875	18,8414	7,0807	2,55023	2,81690	1115,3	98979,8	355
356	126736	45118016	18,8680	7,0873	2,55145	2,80899	1118,4	99538,2	356
357	127449	45499293	18,8944	7,0940	2,55267	2,80112	1121,5	100098	357
358	128164	45882712	18,9209	7,1006	2,55388	2,79330	1124,7	100660	358
359	128881	46268279	18,9473	7,1072	2,55509	2,78552	1127,8	101223	359
360	129600	46656000	18,9737	7,1138	2,55630	2,77778	1131,0	101788	**360**
361	130321	47045881	19,0000	7,1204	2,55751	2,77008	1134,1	102354	361
362	131044	47437928	19,0263	7,1269	2,55871	2,76243	1137,3	102922	362
363	131769	47832147	19,0526	7,1335	2,55991	2,75482	1140,4	103491	363
364	132496	48228544	19,0788	7,1400	2,56110	2,74725	1143,5	104062	364
365	133225	48627125	19,1050	7,1466	2,56229	2,73973	1146,7	104635	365
366	133956	49027896	19,1311	7,1531	2,56348	2,73224	1149,8	105209	366
367	134689	49430863	19,1572	7,1596	2,56467	2,72480	1153,0	105785	367
368	135424	49836032	19,1833	7,1661	2,56585	2,71739	1156,1	106362	368
369	136161	50243409	19,2094	7,1726	2,56703	2,71003	1159,2	106941	369
370	136900	50653000	19,2354	7,1791	2,56820	2,70270	1162,4	107521	**370**
371	137641	51064811	19,2614	7,1855	2,56937	2,69542	1165,5	108103	371
372	138384	51478848	19,2873	7,1920	2,57054	2,68817	1168,7	108687	372
373	139129	51895117	19,3132	7,1984	2,57171	2,68097	1171,8	109272	373
374	139876	52313624	19,3391	7,2048	2,57287	2,67380	1175,0	109858	374
375	140625	52734375	19,3649	7,2112	2,57403	2,66667	1178,1	110447	375
376	141376	53157376	19,3907	7,2177	2,57519	2,65957	1181,2	111036	376
377	142129	53582633	19,4165	7,2240	2,57634	2,65252	1184,4	111628	377
378	142884	54010152	19,4422	7,2304	2,57749	2,64550	1187,5	112221	378
379	143641	54439939	19,4679	7,2368	2,57864	2,63852	1190,7	112815	379
380	144400	54872000	19,4936	7,2432	2,57978	2,63158	1193,8	113411	**380**
381	145161	55306341	19,5192	7,2495	2,58092	2,62467	1196,9	114009	381
382	145924	55742968	19,5448	7,2558	2,58206	2,61780	1200,1	114608	382
383	146689	56181887	19,5704	7,2622	2,58320	2,61097	1203,2	115209	383
384	147456	56623104	19,5959	7,2685	2,58433	2,60417	1206,4	115812	384
385	148225	57066625	19,6214	7,2748	2,58546	2,59740	1209,5	116416	385
386	148996	57512456	19,6469	7,2811	2,58659	2,59067	1212,7	117021	386
387	149769	57960603	19,6723	7,2874	2,58771	2,58398	1215,8	117628	387
388	150544	58411072	19,6977	7,2936	2,58883	2,57732	1218,9	118237	388
389	151321	58863869	19,7231	7,2999	2,58995	2,57069	1222,1	118847	389
390	152100	59319000	19,7484	7,3061	2,59106	2,56410	1225,2	119459	**390**
391	152881	59776471	19,7737	7,3124	2,59218	2,55754	1228,4	120072	391
392	153664	60236288	19,7990	7,3186	2,59329	2,55102	1231,5	120687	392
393	154449	60698457	19,8242	7,3248	2,59439	2,54453	1234,6	121304	393
394	155236	61162984	19,8494	7,3310	2,59550	2,53807	1237,8	121922	394
395	156025	61629875	19,8746	7,3372	2,59660	2,53165	1240,9	122542	395
396	156816	62099136	19,8997	7,3434	2,59770	2,52525	1244,1	123163	396
397	157609	62570773	19,9249	7,3496	2,59879	2,51889	1247,2	123786	397
398	158404	63044792	19,9499	7,3558	2,59988	2,51256	1250,4	124410	398
399	159201	63521199	19,9750	7,3619	2,60097	2,50627	1253,5	125036	399
400	160000	64000000	20,0000	7,3681	2,60206	2,50000	1256,6	125664	**400**

Tab. 43. Kreisumfänge u. -Inhalte, Quadrate, Kuben, Quadrat- u. Kubikwurzeln usw.

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1000}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
400	160000	64000000	20,0000	7,3681	2,60206	2,50000	1256,6	125664	**400**
401	160801	64481201	20,0250	7,3742	2,60314	2,49377	1259,8	126293	401
402	161604	64964808	20,0499	7,3803	2,60423	2,48756	1262,9	126923	402
403	162409	65450827	20,0749	7,3864	2,60531	2,48139	1266,1	127556	403
404	163216	65939264	20,0998	7,3925	2,60638	2,47525	1269,2	128190	404
405	164025	66430125	20,1246	7,3986	2,60746	2,46914	1272,3	128825	405
406	164836	66923416	20,1494	7,4047	2,60853	2,46305	1275,5	129462	406
407	165649	67419143	20,1742	7,4108	2,60959	2,45700	1278,6	130100	407
408	166464	67917312	20,1990	7,4169	2,61066	2,45098	1281,8	130741	408
409	167281	68417929	20,2237	7,4229	2,61172	2,44499	1284,9	131382	409
410	168100	68921000	20,2485	7,4290	2,61278	2,43902	1288,1	132025	**410**
411	168921	69426531	20,2731	7,4350	2,61384	2,43309	1291,2	132670	411
412	169744	69934528	20,2978	7,4410	2,61490	2,42718	1294,3	133317	412
413	170569	70444997	20,3224	7,4470	2,61595	2,42131	1297,5	133965	413
414	171396	70957944	20,3470	7,4530	2,61700	2,41546	1300,6	134614	414
415	172225	71473375	20,3715	7,4590	2,61805	2,40964	1303,8	135265	415
416	173056	71991296	20,3961	7,4650	2,61909	2,40385	1306,9	135918	416
417	173889	72511713	20,4206	7,4710	2,62014	2,39808	1310,0	136572	417
418	174724	73034632	20,4450	7,4770	2,62118	2,39234	1313,2	137228	418
419	175561	73560059	20,4695	7,4829	2,62221	2,38663	1316,3	137885	419
420	176400	74088000	20,4939	7,4889	2,62325	2,38095	1319,5	138544	**420**
421	177241	74618461	20,5183	7,4948	2,62428	2,37530	1322,6	139205	421
422	178084	75151448	20,5426	7,5007	2,62531	2,36967	1325,8	139867	422
423	178929	75686967	20,5670	7,5067	2,62634	2,36407	1328,9	140531	423
424	179776	76225024	20,5913	7,5126	2,62737	2,35849	1332,0	141196	424
425	180625	76765625	20,6155	7,5185	2,62839	2,35294	1335,2	141863	425
426	181476	77308776	20,6398	7,5244	2,62941	2,34742	1338,3	142531	426
427	182329	77854483	20,6640	7,5302	2,63043	2,34192	1341,5	143201	427
428	183184	78402752	20,6882	7,5361	2,63144	2,33645	1344,6	143872	428
429	184041	78953589	20,7123	7,5420	2,63246	2,33100	1347,7	144545	429
430	184900	79507000	20,7364	7,5478	2,63347	2,32558	1350,9	145220	**430**
431	185761	80062991	20,7605	7,5537	2,63448	2,32019	1354,0	145896	431
432	186624	80621568	20,7846	7,5595	2,63548	2,31481	1357,2	146574	432
433	187489	81182737	20,8087	7,5654	2,63649	2,30947	1360,3	147254	433
434	188356	81746504	20,8327	7,5712	2,63749	2,30415	1363,5	147934	434
435	189225	82312875	20,8567	7,5770	2,63849	2,29885	1366,6	148617	435
436	190096	82881856	20,8806	7,5828	2,63949	2,29358	1369,7	149301	436
437	190969	83453453	20,9045	7,5886	2,64048	2,28833	1372,9	149987	437
438	191844	84027672	20,9284	7,5944	2,64147	2,28311	1376,0	150674	438
439	192721	84604519	20,9523	7,6001	2,64246	2,27790	1379,2	151363	439
440	193600	85184000	20,9762	7,6059	2,64345	2,27273	1382,3	152053	**440**
441	194481	85766121	21,0000	7,6117	2,64444	2,26757	1385,4	152745	441
442	195364	86350888	21,0238	7,6174	2,64542	2,26244	1388,6	153439	442
443	196249	86938307	21,0476	7,6232	2,64640	2,25734	1391,7	154134	443
444	197136	87528384	21,0713	7,6289	2,64738	2,25225	1394,9	154830	444
445	198025	88121125	21,0950	7,6346	2,64836	2,24719	1398,0	155528	445
446	198916	88716536	21,1187	7,6403	2,64933	2,24215	1401,2	156228	446
447	199809	89314623	21,1424	7,6460	2,65031	2,23714	1404,3	156930	447
448	200704	89915392	21,1660	7,6517	2,65128	2,23214	1407,4	157633	448
449	201601	90518849	21,1896	7,6574	2,65225	2,22717	1410,6	158337	449
450	202500	91125000	21,2132	7,6631	2,65321	2,22222	1413,7	159043	**450**

Tab. 43. Kreisumfänge u. -Inhalte, Quadrate, Kuben, Quadrat- u. Kubikwurzeln usw.

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1000}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
450	202500	91125000	21,2132	7,6631	2,65321	2,22222	1413,7	159043	**450**
451	203401	91733851	21,2368	7,6688	2,65418	2,21729	1416,9	159751	451
452	204304	92345408	21,2603	7,6744	2,65514	2,21239	1420,0	160460	452
453	205209	92959677	21,2838	7,6801	2,65610	2,20751	1423,1	161171	453
454	206116	93576664	21,3073	7,6857	2,65706	2,20264	1426,3	161883	454
455	207025	94196375	21,3307	7,6914	2,65801	2,19780	1429,4	162597	455
456	207936	94818816	21,3542	7,6970	2,65896	2,19298	1432,6	163313	456
457	208849	95443993	21,3776	7,7026	2,65992	2,18818	1435,7	164030	457
458	209764	96071912	21,4009	7,7082	2,66087	2,18341	1438,8	164748	458
459	210681	96702579	21,4243	7,7138	2,66181	2,17865	1442,0	165468	459
460	211600	97336000	21,4476	7,7194	2,66276	2,17391	1445,1	166190	**460**
461	212521	97972181	21,4709	7,7250	2,66370	2,16920	1448,3	166914	461
462	213444	98611128	21,4942	7,7306	2,66464	2,16450	1451,4	167639	462
463	214369	99252847	21,5174	7,7362	2,66558	2,15983	1454,6	168365	463
464	215296	99897344	21,5407	7,7418	2,66652	2,15517	1457,7	169093	464
465	216225	100544625	21,5639	7,7473	2,66745	2,15054	1460,8	169823	465
466	217156	101194696	21,5870	7,7529	2,66839	2,14592	1464,0	170554	466
467	218089	101847563	21,6102	7,7584	2,66932	2,14133	1467,1	171287	467
468	219024	102503232	21,6333	7,7639	2,67025	2,13675	1470,3	172021	468
469	219961	103161709	21,6564	7,7695	2,67117	2,13220	1473,4	172757	469
470	220900	103823000	21,6795	7,7750	2,67210	2,12766	1476,5	173494	**470**
471	221841	104487111	21,7025	7,7805	2,67302	2,12314	1479,7	174234	471
472	222784	105154048	21,7256	7,7860	2,67394	2,11864	1482,8	174974	472
473	223729	105823817	21,7486	7,7915	2,67486	2,11416	1486,0	175716	473
474	224676	106496424	21,7715	7,7970	2,67578	2,10970	1489,1	176460	474
475	225625	107171875	21,7945	7,8025	2,67669	2,10526	1492,3	177205	475
476	226576	107850176	21,8174	7,8079	2,67761	2,10084	1495,4	177952	476
477	227529	108531333	21,8403	7,8134	2,67852	2,09644	1498,5	178701	477
478	228484	109215352	21,8632	7,8188	2,67943	2,09205	1501,7	179451	478
479	229441	109902239	21,8861	7,8243	2,68034	2,08768	1504,8	180203	479
480	230400	110592000	21,9089	7,8297	2,68124	2,08333	1508,0	180956	**480**
481	231361	111284641	21,9317	7,8352	2,68215	2,07900	1511,1	181711	481
482	232324	111980168	21,9545	7,8406	2,68305	2,07469	1514,2	182467	482
483	233289	112678587	21,9773	7,8460	2,68395	2,07039	1517,4	183225	483
484	234256	113379904	22,0000	7,8514	2,68485	2,06612	1520,5	183984	484
485	235225	114084125	22,0227	7,8568	2,68574	2,06186	1523,7	184745	485
486	236196	114791256	22,0454	7,8622	2,68664	2,05761	1526,8	185508	486
487	237169	115501303	22,0681	7,8676	2,68753	2,05339	1530,0	186272	487
488	238144	116214272	22,0907	7,8730	2,68842	2,04918	1533,1	187038	488
489	239121	116930169	22,1133	7,8784	2,68931	2,04499	1536,2	187805	489
490	240100	117649000	22,1359	7,8837	2,69020	2,04082	1539,4	188574	**490**
491	241081	118370771	22,1585	7,8891	2,69108	2,03666	1542,5	189345	491
492	242064	119095488	22,1811	7,8944	2,69197	2,03252	1545,7	190117	492
493	243049	119823157	22,2036	7,8998	2,69285	2,02840	1548,8	190890	493
494	244036	120553784	22,2261	7,9051	2,69373	2,02429	1551,9	191665	494
495	245025	121287375	22,2486	7,9105	2,69461	2,02020	1555,1	192442	495
496	246016	122023936	22,2711	7,9158	2,69548	2,01613	1558,2	193221	496
497	247009	122763473	22,2935	7,9211	2,69636	2,01207	1561,4	194000	497
498	248004	123505992	22,3159	7,9264	2,69723	2,00803	1564,5	194782	498
499	249001	124251499	22,3383	7,9317	2,69810	2,00401	1567,7	195565	499
500	250000	125000000	22,3607	7,9370	2,69897	2,00000	1570,8	196350	**500**

Tab. 43. Kreisumfänge u. -Inhalte, Quadrate, Kuben, Quadrat- u. Kubikwurzeln usw.

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1000}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
500	250000	125000000	22,3607	7,9370	2,69897	2,00000	1570,8	196350	**500**
501	251001	125751501	22,3830	7,9423	2,69984	1,99601	1573,9	197136	501
502	252004	126506008	22,4054	7,9476	2,70070	1,99203	1577,1	197923	502
503	253009	127263527	22,4277	7,9528	2,70157	1,98807	1580,2	198713	503
504	254016	128024064	22,4499	7,9581	2,70243	1,98413	1583,4	199504	504
505	255025	128787625	22,4722	7,9634	2,70329	1,98020	1586,5	200296	505
506	256036	129554216	22,4944	7,9686	2,70415	1,97628	1589,6	201090	506
507	257049	130323843	22,5167	7,9739	2,70501	1,97239	1592,8	201886	507
508	258064	131096512	22,5389	7,9791	2,70586	1,96850	1595,9	202683	508
509	259081	131872229	22,5610	7,9843	2,70672	1,96464	1599,1	203482	509
510	260100	132651000	22,5832	7,9896	2,70757	1,96078	1602,2	204282	**510**
511	261121	133432831	22,6053	7,9948	2,70842	1,95695	1605,4	205084	511
512	262144	134217728	22,6274	8,0000	2,70927	1,95312	1608,5	205887	512
513	263169	135005697	22,6495	8,0052	2,71012	1,94932	1611,6	206692	513
514	264196	135796744	22,6716	8,0104	2,71096	1,94553	1614,8	207499	514
515	265225	136590875	22,6936	8,0156	2,71181	1,94175	1617,9	208307	515
516	266256	137388096	22,7156	8,0208	2,71265	1,93798	1621,1	209117	516
517	267289	138188413	22,7376	8,0260	2,71349	1,93424	1624,2	209928	517
518	268324	138991832	22,7596	8,0311	2,71433	1,93050	1627,3	210741	518
519	269361	139798359	22,7816	8,0363	2,71517	1,92678	1630,5	211556	519
520	270400	140608000	22,8035	8,0415	2,71600	1,92308	1633,6	212372	**520**
521	271441	141420761	22,8254	8,0466	2,71684	1,91939	1636,8	213189	521
522	272484	142236648	22,8473	8,0517	2,71767	1,91571	1639,9	214008	522
523	273529	143055667	22,8692	8,0569	2,71850	1,91205	1643,1	214829	523
524	274576	143877824	22,8910	8,0620	2,71933	1,90840	1646,2	215651	524
525	275625	144703125	22,9129	8,0671	2,72016	1,90476	1649,3	216475	525
526	276676	145531576	22,9347	8,0723	2,72099	1,90114	1652,5	217301	526
527	277729	146363183	22,9565	8,0774	2,72181	1,89753	1655,6	218128	527
528	278784	147197952	22,9783	8,0825	2,72263	1,89394	1658,8	218956	528
529	279841	148035889	23,0000	8,0876	2,72346	1,89036	1661,9	219787	529
530	280900	148877000	23,0217	8,0927	2,72428	1,88679	1665,0	220618	**530**
531	281961	149721291	23,0434	8,0978	2,72509	1,88324	1668,2	221452	531
532	283024	150568768	23,0651	8,1028	2,72591	1,87970	1671,3	222287	532
533	284089	151419437	23,0868	8,1079	2,72673	1,87617	1674,5	223123	533
534	285156	152273304	23,1084	8,1130	2,72754	1,87266	1677,6	223961	534
535	286225	153130375	23,1301	8,1180	2,72835	1,86916	1680,8	224801	535
536	287296	153990656	23,1517	8,1231	2,72916	1,86567	1683,9	225642	536
537	288369	154854153	23,1733	8,1281	2,72997	1,86220	1687,0	226484	537
538	289444	155720872	23,1948	8,1332	2,73078	1,85874	1690,2	227329	538
539	290521	156590819	23,2164	8,1382	2,73159	1,85529	1693,3	228175	539
540	291600	157464000	23,2379	8,1433	2,73239	1,85185	1696,5	229022	**540**
541	292681	158340421	23,2594	8,1483	2,73320	1,84843	1699,6	229871	541
542	293764	159220088	23,2809	8,1533	2,73400	1,84502	1702,7	230722	542
543	294849	160103007	23,3024	8,1583	2,73480	1,84162	1705,9	231574	543
544	295936	160989184	23,3238	8,1633	2,73560	1,83824	1709,0	232428	544
545	297025	161878625	23,3452	8,1683	2,73640	1,83486	1712,2	233283	545
546	298116	162771336	23,3666	8,1733	2,73719	1,83150	1715,3	234140	546
547	299209	163667323	23,3880	8,1783	2,73799	1,82815	1718,5	234998	547
548	300304	164566592	23,4094	8,1833	2,73878	1,82482	1721,6	235858	548
549	301401	165469149	23,4307	8,1882	2,73957	1,82149	1724,7	236720	549
550	302500	166375000	23,4521	8,1932	2,74036	1,81818	1727,9	237583	**550**

Tab. 43. Kreisumfänge u. -Inhalte, Quadrate, Kuben, Quadrat- u. Kubikwurzeln usw.

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1000}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
550	302500	166375000	23,4521	8,1932	2,74036	1,81818	1727,9	237583	**550**
551	303601	167284151	23,4734	8,1982	2,74115	1,81488	1731,0	238448	551
552	304704	168196608	23,4947	8,2031	2,74194	1,81159	1734,2	239314	552
553	305809	169112377	23,5160	8,2081	2,74273	1,80832	1737,3	240182	553
554	306916	170031464	23,5372	8,2130	2,74351	1,80505	1740,4	241051	554
555	308025	170953875	23,5584	8,2180	2,74429	1,80180	1743,6	241922	555
556	309136	171879616	23,5797	8,2229	2,74507	1,79856	1746,7	242795	556
557	310249	172808693	23,6008	8,2278	2,74586	1,79533	1749,9	243669	557
558	311364	173741112	23,6220	8,2327	2,74663	1,79211	1753,0	244545	558
559	312481	174676879	23,6432	8,2377	2,74741	1,78891	1756,2	245422	559
560	313600	175616000	23,6643	8,2426	2,74819	1,78571	1759,3	246301	**560**
561	314721	176558481	23,6854	8,2475	2,74896	1,78253	1762,4	247181	561
562	315844	177504328	23,7065	8,2524	2,74974	1,77936	1765,6	248063	562
563	316969	178453547	23,7276	8,2573	2,75051	1,77620	1768,7	248947	563
564	318096	179406144	23,7487	8,2621	2,75128	1,77305	1771,9	249832	564
565	319225	180362125	23,7697	8,2670	2,75205	1,76991	1775,0	250719	565
566	320356	181321496	23,7908	8,2719	2,75282	1.76678	1778,1	251607	566
567	321489	182284263	23,8118	8,2768	2,75358	1,76367	1781,3	252497	567
568	322624	183250432	23,8328	8,2816	2,75435	1,76056	1784,4	253388	568
569	323761	184220009	23,8537	8,2865	2,75511	1,75747	1787,6	254281	569
570	324900	185193000	23,8747	8,2913	2,75587	1,75439	1790,7	255176	**570**
571	326041	186169411	23,8956	8,2962	2,75664	1,75131	1793,8	256072	571
572	327184	187149248	23,9165	8,3010	2,75740	1,74825	1797,0	256970	572
573	328329	188132517	23,9374	8,3059	2,75815	1,74520	1800,1	257869	573
574	329476	189119224	23,9583	8,3107	2,75891	1,74216	1803,3	258770	574
575	330625	190109375	23,9792	8,3155	2,75967	1,73913	1806,4	259672	575
576	331776	191102976	24,0000	8,3203	2,76042	1,73611	1809,6	260576	576
577	332929	192100033	24,0208	8,3251	2,76118	1,73310	1812,7	261482	577
578	334084	193100552	24,0416	8,3300	2,76193	1,73010	1815,8	262389	578
579	335241	194104539	24,0624	8,3348	2,76268	1,72712	1819,0	263298	579
580	336400	195112000	24,0832	8,3396	2,76343	1,72414	1822,1	264208	**580**
581	337561	196122941	24,1039	8,3443	2,76418	1,72117	1825,3	265120	581
582	338724	197137368	24,1247	8,3491	2,76492	1,71821	1828,4	266033	582
583	339889	198155287	24,1454	8,3539	2,76567	1,71527	1831,6	266948	583
584	341056	199176704	24,1661	8,3587	2,76641	1,71233	1834,7	267865	584
585	342225	200201625	24,1868	8,3634	2,76716	1,70940	1837,8	268783	585
586	343396	201230056	24,2074	8,3682	2,76790	1,70648	1841,0	269703	586
587	344569	202262003	24,2281	8,3730	2,76864	1,70358	1844,1	270624	587
588	345744	203297472	24,2487	8,3777	2,76938	1,70068	1847,3	271547	588
589	346921	204336469	24,2693	8,3825	2,77012	1,69779	1850,4	272471	589
590	348100	205379000	24,2899	8,3872	2,77085	1,69492	1853,5	273397	**590**
591	349281	206425071	24,3105	8,3919	2,77159	1,69205	1856,7	274325	591
592	350464	207474688	24,3311	8,3967	2,77232	1,68919	1859,8	275254	592
593	351649	208527857	24,3516	8,4014	2,77305	1,68634	1863,0	276184	593
594	352836	209584584	24,3721	8,4061	2,77379	1,68350	1866,1	277117	594
595	354025	210644875	24,3926	8,4108	2,77452	1,68067	1869,2	278051	595
596	355216	211708736	24,4131	8,4155	2,77525	1,67785	1872,4	278986	596
597	356409	212776173	24,4336	8,4202	2,77597	1,67504	1875,5	279923	597
598	357604	213847192	24,4540	8,4249	2,77670	1,67224	1878,7	280862	598
599	358801	214921799	24,4745	8,4296	2,77743	1,66945	1881,8	281802	599
600	360000	216000000	24,4949	8,4343	2,77815	1,66667	1885,0	282743	**600**

Tab. 43. Kreisumfänge u. -Inhalte, Quadrate, Kuben, Quadrat- u. Kubikwurzeln usw.

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1000}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
600	360000	216000000	24,4949	8,4343	2,77815	1,66667	1885,0	282743	**600**
601	361201	217081801	24,5153	8,4390	2,77887	1,66389	1888,1	283687	601
602	362404	218167208	24,5357	8,4437	2,77960	1,66113	1891,2	284631	602
603	363609	219256227	24,5561	8,4484	2,78032	1,65837	1894,4	285578	603
604	364816	220348864	24,5764	8,4530	2,78104	1,65563	1897,5	286526	604
605	366025	221445125	24,5967	8,4577	2,78176	1,65289	1900,7	287475	605
606	367236	222545016	24,6171	8,4623	2,78247	1,65017	1903,8	288426	606
607	368449	223648543	24,6374	8,4670	2,78319	1,64745	1906,9	289379	607
608	369664	224755712	24,6577	8,4716	2,78390	1,64474	1910,1	290333	608
609	370881	225866529	24,6779	8,4763	2,78462	1,64204	1913,2	291289	609
610	372100	226981000	24,6982	8,4809	2,78533	1,63934	1916,4	292247	**610**
611	373321	228099131	24,7184	8,4856	2,78604	1,63666	1919,5	293206	611
612	374544	229220928	24,7386	8,4902	2,78675	1,63399	1922,7	294166	612
613	375769	230346397	24,7588	8,4948	2,78746	1,63132	1925,8	295128	613
614	376996	231475544	24,7790	8,4994	2,78817	1,62866	1928,9	296092	614
615	378225	232608375	24,7992	8,5040	2,78888	1,62602	1932,1	297057	615
616	379456	233744896	24,8193	8,5086	2,78958	1,62338	1935,2	298024	616
617	380689	234885113	24,8395	8,5132	2,79029	1,62075	1938,4	298992	617
618	381924	236029032	24,8596	8,5178	2,79099	1,61812	1941,5	299962	618
619	383161	237176659	24,8797	8,5224	2,79169	1,61551	1944,6	300934	619
620	384400	238328000	24,8998	8,5270	2,79239	1,61290	1947,8	301907	**620**
621	385641	239483061	24,9199	8,5316	2,79309	1,61031	1950,9	302882	621
622	386884	240641848	24,9399	8,5362	2,79379	1,60772	1954,1	303858	622
623	388129	241804367	24,9600	8,5408	2,79449	1,60514	1957,2	304836	623
624	389376	242970624	24,9800	8,5453	2,79518	1,60256	1960,4	305815	624
625	390625	244140625	25,0000	8,5499	2,79588	1,60000	1963,5	306796	625
626	391876	245314376	25,0200	8,5544	2,79657	1,59744	1966,6	307779	626
627	393129	246491883	25,0400	8,5590	2,79727	1,59490	1969,8	308763	627
628	394384	247673152	25,0599	8,5635	2,79796	1,59236	1972,9	309748	628
629	395641	248858189	25,0799	8,5681	2,79865	1,58983	1976,1	310736	629
630	396900	250047000	25,0998	8,5726	2,79934	1,58730	1979,2	311725	**630**
631	398161	251239591	25,1197	8,5772	2,80003	1,58479	1982,3	312715	631
632	399424	252435968	25,1396	8,5817	2,80072	1,58228	1985,5	313707	632
633	400689	253636137	25,1595	8,5862	2,80140	1,57978	1988,6	314700	633
634	401956	254840104	25,1794	8,5907	2,80209	1,57729	1991,8	315696	634
635	403225	256047875	25,1992	8,5952	2,80277	1,57480	1994,9	316692	635
636	404496	257259456	25,2190	8,5997	2,80346	1,57233	1998,1	317690	636
637	405769	258474853	25,2389	8,6043	2,80414	1,56986	2001,2	318690	637
638	407044	259694072	25,2587	8,6088	2,80482	1,56740	2004,3	319692	638
639	408321	260917119	25,2784	8,6132	2,80550	1,56495	2007,5	320695	639
640	409600	262144000	25,2982	8,6177	2,80618	1,56250	2010,6	321699	**640**
641	410881	263374721	25,3180	8,6222	2,80686	1,56006	2013,8	322705	641
642	412164	264609288	25,3377	8,6267	2,80754	1,55763	2016,9	323713	642
643	413449	265847707	25,3574	8,6312	2,80821	1,55521	2020,0	324722	643
644	414736	267089984	25,3772	8,6357	2,80889	1,55280	2023,2	325733	644
645	416025	268336125	25,3969	8,6401	2,80956	1,55039	2026,3	326745	645
646	417316	269586136	25,4165	8,6446	2,81023	1,54799	2029,5	327759	646
647	418609	270840023	25,4362	8,6490	2,81090	1,54560	2032,6	328775	647
648	419904	272097792	25,4558	8,6535	2,81158	1,54321	2035,8	329792	648
649	421201	273359449	25,4755	8,6579	2,81224	1,54083	2038,9	330810	649
650	422500	274625000	25,4951	8,6624	2,81291	1,53846	2042,0	331831	**650**

Tab. 43. Kreisumfänge u. -Inhalte, Quadrate, Kuben, Quadrat- u. Kubikwurzeln usw.

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1000}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
650	422500	274625000	25,4951	8,6624	2,81291	1,53846	2042,0	331831	**650**
651	423801	275894451	25,5147	8,6668	2,81358	1,53610	2045,2	332853	651
652	425104	277167808	25,5343	8,6713	2,81425	1,53374	2048,3	333876	652
653	426409	278445077	25,5539	8,6757	2,81491	1,53139	2051,5	334901	653
654	427716	279726264	25,5734	8,6801	2,81558	1,52905	2054,6	335927	654
655	429025	281011375	25,5930	8,6845	2,81624	1,52672	2057,7	336955	655
656	430336	282300416	25,6125	8,6890	2,81690	1,52439	2060,9	337985	656
657	431649	283593393	25,6320	8,6934	2,81757	1,52207	2064,0	339016	657
658	432964	284890312	25,6515	8,6978	2,81823	1,51976	2067,2	340049	658
659	434281	286191179	25,6710	8,7022	2,81889	1,51745	2070,3	341084	659
660	435600	287496000	25,6905	8,7066	2,81954	1,51515	2073,5	342119	**660**
661	436921	288804781	25,7099	8,7110	2,82020	1,51286	2076,6	343157	661
662	438244	290117528	25,7294	8,7154	2,82086	1,51057	2079,7	344196	662
663	439569	291434247	25,7488	8,7198	2,82151	1,50830	2082,9	345237	663
664	440896	292754944	25,7682	8,7241	2,82217	1,50602	2086,0	346279	664
665	442225	294079625	25,7876	8,7285	2,82282	1,50376	2089,2	347323	665
666	443556	295408296	25,8070	8,7329	2,82347	1,50150	2092,3	348368	666
667	444889	296740963	25,8263	8,7373	2,82413	1,49925	2095,4	349415	667
668	446224	298077632	25,8457	8,7416	2,82478	1,49701	2098,6	350464	668
669	447561	299418309	25,8650	8,7460	2,82543	1,49477	2101,7	351514	669
670	448900	300763000	25,8844	8,7503	2,82607	1,49254	2104,9	352565	**670**
671	450241	302111711	25,9037	8,7547	2,82672	1,49031	2108,0	353618	671
672	451584	303464448	25,9230	8,7590	2,82737	1,48810	2111,2	354673	672
673	452929	304821217	25,9422	8,7634	2,82802	1,48588	2114,3	355730	673
674	454276	306182024	25,9615	8,7677	2,82866	1,48368	2117,4	356788	674
675	455625	307546875	25,9808	8,7721	2,82930	1,48148	2120,6	357847	675
676	456976	308915776	26,0000	8,7764	2,82995	1,47929	2123,7	358908	676
677	458329	310288733	26,0192	8,7807	2,83059	1,47710	2126,9	359971	677
678	459684	311665752	26,0384	8,7850	2,83123	1,47493	2130,0	361035	678
679	461041	313046839	26,0576	8,7893	2,83187	1,47275	2133,1	362101	679
680	462400	314432000	26,0768	8,7937	2,83251	1,47059	2136,3	363168	**680**
681	463761	315821241	26,0960	8,7980	2,83315	1,46843	2139,4	364237	681
682	465124	317214568	26,1151	8,8023	2,83378	1,46628	2142,6	365308	682
683	466489	318611987	26,1343	8,8066	2,83442	1,46413	2145,7	366380	683
684	467856	320013504	26,1534	8,8109	2,83506	1,46199	2148,8	367453	684
685	469225	321419125	26,1725	8,8152	2,83569	1,45985	2152,0	368528	685
686	470596	322828856	26,1916	8,8194	2,83632	1,45773	2155,1	369605	686
687	471969	324242703	26,2107	8,8237	2,83696	1,45560	2158,3	370684	687
688	473344	325660672	26,2298	8,8280	2,83759	1,45349	2161,4	371764	688
689	474721	327082769	26,2488	8,8323	2,83822	1,45138	2164,6	372845	689
690	476100	328509000	26,2679	8,8366	2,83885	1,44928	2167,7	373928	**690**
691	477481	329939371	26,2869	8,8408	2,83948	1,44718	2170,8	375013	691
692	478864	331373888	26,3059	8,8451	2,84011	1,44509	2174,0	376099	692
693	480249	332812557	26,3249	8,8493	2,84073	1,44300	2177,1	377187	693
694	481636	334255384	26,3439	8,8536	2,84136	1,44092	2180,3	378276	694
695	483025	335702375	26,3629	8,8578	2,84198	1,43885	2183,4	379367	695
696	484416	337153536	26,3818	8,8621	2,84261	1,43678	2186,5	380459	696
697	485809	338608873	26,4008	8,8663	2,84323	1,43472	2189,7	381553	697
698	487204	340068392	26,4197	8,8706	2,84386	1,43266	2192,8	382649	698
699	488601	341532099	26,4386	8,8748	2,84448	1,43062	2196,0	383746	699
700	490000	343000000	26,4575	8,8790	2,84510	1,42857	2199,1	384845	**700**

Tab. 13. Kreisumfänge u. -Inhalte, Quadrate, Kuben, Quadrat- u. Kubikwurzeln usw.

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1000}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
700	490000	343000000	26,4575	8,8790	2,84510	1,42857	2199,1	384845	**700**
701	491401	344472101	26,4764	8,8833	2,84572	1,42653	2202,3	385945	701
702	492804	345948408	26,4953	8,8875	2,84634	1,42450	2205,4	387047	702
703	494209	347428927	26,5141	8,8917	2,84696	1,42248	2208,5	388151	703
704	495616	348913664	26,5330	8,8959	2,84757	1,42045	2211,7	389256	704
705	497025	350402625	26,5518	8,9001	2,84819	1,41844	2214,8	390363	705
706	498436	351895816	26,5707	8,9043	2,84880	1,41643	2218,0	391471	706
707	499849	353393243	26,5895	8,9085	2,84942	1,41443	2221,1	392580	707
708	501264	354894912	26,6083	8,9127	2,85003	1,41243	2224,2	393692	708
709	502681	356400829	26,6271	8,9169	2,85065	1,41044	2227,4	394805	709
710	504100	357911000	26,6458	8,9211	2,85126	1,40845	2230,5	395919	**710**
711	505521	359425431	26,6646	8,9253	2,85187	1,40647	2233,7	397035	711
712	506944	360944128	26,6833	8,9295	2,85248	1,40449	2236,8	398153	712
713	508369	362467097	26,7021	8,9337	2,85309	1,40252	2240,0	399272	713
714	509796	363994344	26,7208	8,9378	2,85370	1,40056	2243,1	400393	714
715	511225	365525875	26,7395	8,9420	2,85431	1,39860	2246,2	401515	715
716	512656	367061696	26,7582	8,9462	2,85491	1,39665	2249,4	402639	716
717	514089	368601813	26,7769	8,9503	2,85552	1,39470	2252,5	403765	717
718	515524	370146232	26,7955	8,9545	2,85612	1,39276	2255,7	404892	718
719	516961	371694959	26,8142	8,9587	2,85673	1,39082	2258,8	406020	719
720	518400	373248000	26,8328	8,9628	2,85733	1,38889	2261,9	407150	**720**
721	519841	374805361	26,8514	8,9670	2,85794	1,38696	2265,1	408282	721
722	521284	376367048	26,8701	8,9711	2,85854	1,38504	2268,2	409415	722
723	522729	377933067	26,8887	8,9752	2,85914	1,38313	2271,4	410550	723
724	524176	379503424	26,9072	8,9794	2,85974	1,38122	2274,5	411687	724
725	525625	381078125	26,9258	8,9835	2,86034	1,37931	2277,7	412825	725
726	527076	382657176	26,9444	8,9876	2,86094	1,37741	2280,8	413965	726
727	528529	384240583	26,9629	8,9918	2,86153	1,37552	2283,9	415106	727
728	529984	385828352	26,9815	8,9959	2,86213	1,37363	2287,1	416248	728
729	531441	387420489	27,0000	9,0000	2,86273	1,37174	2290,2	417393	729
730	532900	389017000	27,0185	9,0041	2,86332	1,36986	2293,4	418539	**730**
731	534361	390617891	27,0370	9,0082	2,86392	1,36799	2296,5	419686	731
732	535824	392223168	27,0555	9,0123	2,86451	1,36612	2299,6	420835	732
733	537289	393832837	27,0740	9,0164	2,86510	1,36426	2302,8	421986	733
734	538756	395446904	27,0924	9,0205	2,86570	1,36240	2305,9	423138	734
735	540225	397065375	27,1109	9,0246	2,86629	1,36054	2309,1	424293	735
736	541696	398688256	27,1293	9,0287	2,86688	1,35870	2312,2	425447	736
737	543169	400315553	27,1477	9,0328	2,86747	1,35685	2315,4	426604	737
738	544644	401947272	27,1662	9,0369	2,86806	1,35501	2318,5	427762	738
739	546121	403583419	27,1846	9,0410	2,86864	1,35318	2321,6	428922	739
740	547600	405224000	27,2029	9,0450	2,86923	1,35135	2324,8	430084	**740**
741	549081	406869021	27,2213	9,0491	2,86982	1,34953	2327,9	431247	741
742	550564	408518488	27,2397	9,0532	2,87040	1,34771	2331,1	432412	742
743	552049	410172407	27,2580	9,0572	2,87099	1,34590	2334,2	433578	743
744	553536	411830784	27,2764	9,0613	2,87157	1,34409	2337,3	434746	744
745	555025	413493625	27,2947	9,0654	2,87216	1,34228	2340,5	435916	745
746	556516	415160936	27,3130	9,0694	2,87274	1,34048	2343,6	437087	746
747	558009	416832723	27,3313	9,0735	2,87332	1,33869	2346,8	438259	747
748	559504	418508992	27,3496	9,0775	2,87390	1,33690	2349,9	439433	748
749	561001	420189749	27,3679	9,0816	2,87448	1,33511	2353,1	440609	749
750	562500	421875000	27,3861	9,0856	2,87506	1,33333	2356,2	441786	**750**

Tab. 43. Kreisumfänge u. -Inhalte, Quadrate, Kuben, Quadrat- u. Kubikwurzeln usw.

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1000}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
750	562500	421875000	27,3861	9,0856	2,87506	1,33333	2356,2	441786	**750**
751	564001	423564751	27,4044	9,0896	2,87564	1,33156	2359,3	442965	751
752	565504	425259008	27,4226	9,0937	2,87622	1,32979	2362,5	444146	752
753	567009	426957777	27,4408	9,0977	2,87679	1,32802	2365,6	445328	753
754	568516	428661064	27,4591	9,1017	2,87737	1,32626	2368,8	446511	754
755	570025	430368875	27,4773	9,1057	2,87795	1,32450	2371,9	447697	755
756	571536	432081216	27,4955	9,1098	2,87852	1,32275	2375,0	448883	756
757	573049	433798093	27,5136	9,1138	2,87910	1,32100	2378,2	450072	757
758	574564	435519512	27,5318	9,1178	2,87967	1,31926	2381,3	451262	758
759	576081	437245479	27,5500	9,1218	2,88024	1,31752	2384,5	452453	759
760	577600	438976000	27,5681	9,1258	2,88081	1,31579	2387,6	453646	**760**
761	579121	440711081	27,5862	9,1298	2,88138	1,31406	2390,8	454841	761
762	580644	442450728	27,6043	9,1338	2,88195	1,31234	2393,9	456037	762
763	582169	444194947	27,6225	9,1378	2,88252	1,31062	2397,0	457234	763
764	583696	445943744	27,6405	9,1418	2,88309	1,30890	2400,2	458434	764
765	585225	447697125	27,6586	9,1458	2,88366	1,30719	2403,3	459635	765
766	586756	449455096	27,6767	9,1498	2,88423	1,30548	2406,5	460837	766
767	588289	451217663	27,6948	9,1537	2,88480	1,30378	2409,6	462041	767
768	589824	452984832	27,7128	9,1577	2,88536	1,30208	2412,7	463247	768
769	591361	454756609	27,7308	9,1617	2,88593	1,30039	2415,9	464454	769
770	592900	456533000	27,7489	9,1657	2,88649	1,29870	2419,0	465663	**770**
771	594441	458314011	27,7669	9,1696	2,88705	1,29702	2422,2	466873	771
772	595984	460099648	27,7849	9,1736	2,88762	1,29534	2425,3	468085	772
773	597529	461889917	27,8029	9,1775	2,88818	1,29366	2428,5	469298	773
774	599076	463684824	27,8209	9,1815	2,88874	1,29199	2431,6	470513	774
775	600625	465484375	27,8388	9,1855	2,88930	1,29032	2434,7	471730	775
776	602176	467288576	27,8568	9,1894	2,88986	1,28866	2437,9	472948	776
777	603729	469097433	27,8747	9,1933	2,89042	1,28700	2441,0	474168	777
778	605284	470910952	27,8927	9,1973	2,89098	1,28535	2444,2	475389	778
779	606841	472729139	27,9106	9,2012	2,89154	1,28370	2447,3	476612	779
780	608400	474552000	27,9285	9,2052	2,89209	1,28205	2450,4	477836	**780**
781	609961	476379541	27,9464	9,2091	2,89265	1,28041	2453,6	479062	781
782	611524	478211768	27,9643	9,2130	2,89321	1,27877	2456,7	480290	782
783	613089	480048687	27,9821	9,2170	2,89376	1,27714	2459,9	481519	783
784	614656	481890304	28,0000	9,2209	2,89432	1,27551	2463,0	482750	784
785	616225	483736625	28,0179	9,2248	2,89487	1,27389	2466,2	483982	785
786	617796	485587656	28,0357	9,2287	2,89542	1,27226	2469,3	485216	786
787	619369	487443403	28,0535	9,2326	2,89597	1,27065	2472,4	486451	787
788	620944	489303872	28,0713	9,2365	2,89653	1,26904	2475,6	487688	788
789	622521	491169069	28,0891	9,2404	2,89708	1,26743	2478,7	488927	789
790	624100	493039000	28,1069	9,2443	2,89763	1,26582	2481,9	490167	**790**
791	625681	494913671	28,1247	9,2482	2,89818	1,26422	2485,0	491409	791
792	627264	496793088	28,1425	9,2521	2,89873	1,26263	2488,1	492652	792
793	628849	498677257	28,1603	9,2560	2,89927	1,26103	2491,3	493897	793
794	630436	500566184	28,1780	9,2599	2,89982	1,25945	2494,4	495143	794
795	632025	502459875	28,1957	9,2638	2,90037	1,25786	2497,6	496391	795
796	633616	504358336	28,2135	9,2677	2,90091	1,25628	2500,7	497641	796
797	635209	506261573	28,2312	9,2716	2,90146	1,25471	2503,8	498892	797
798	636804	508169592	28,2489	9,2754	2,90200	1,25313	2507,0	500145	798
799	638401	510082399	28,2666	9,2793	2,90255	1,25156	2510,1	501399	799
800	640000	512000000	28,2843	9,2832	2,90309	1,25000	2513,3	502655	**800**

Tab. 13. Kreisumfänge u. -Inhalte, Quadrate, Kuben, Quadrat- u. Kubikwurzeln usw.

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1000}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
800	640000	512000000	28,2843	9,2832	2,90309	1,25000	2513,3	502655	**800**
801	641601	513922401	28,3019	9,2870	2,90363	1,24844	2516,4	503912	801
802	643204	515849608	28,3196	9,2909	2,90417	1,24688	2519,6	505171	802
803	644809	517781627	28,3373	9,2948	2,90472	1,24533	2522,7	506432	803
804	646416	519718464	28,3549	9,2986	2,90526	1,24378	2525,8	507694	804
805	648025	521660125	28,3725	9,3025	2,90580	1,24224	2529,0	508958	805
806	649636	523606616	28,3901	9,3063	2,90634	1,24069	2532,1	510223	806
807	651249	525557943	28,4077	9,3102	2,90687	1,23916	2535,3	511490	807
808	652864	527514112	28,4253	9,3140	2,90741	1,23762	2538,4	512758	808
809	654481	529475129	28,4429	9,3179	2,90795	1,23609	2541,5	514028	809
810	656100	531441000	28,4605	9,3217	2,90849	1,23457	2544,7	515300	**810**
811	657721	533411731	28,4781	9,3255	2,90902	1,23305	2547,8	516573	811
812	659344	535387328	28,4956	9,3294	2,90956	1,23153	2551,0	517848	812
813	660969	537367797	28,5132	9,3332	2,91009	1,23001	2554,1	519124	813
814	662596	539353144	28,5307	9,3370	2,91062	1,22850	2557,3	520402	814
815	664225	541343375	28,5482	9,3408	2,91116	1,22699	2560,4	521681	815
816	665856	543338496	28,5657	9,3447	2,91169	1,22549	2563,5	522962	816
817	667489	545338513	28,5832	9,3485	2,91222	1,22399	2566,7	524245	817
818	669124	547343432	28,6007	9,3523	2,91275	1,22249	2569,8	525529	818
819	670761	549353259	28,6182	9,3561	2,91328	1,22100	2573,0	526814	819
820	672400	551368000	28,6356	9,3599	2,91381	1,21951	2576,1	528102	**820**
821	674041	553387661	28,6531	9,3637	2,91434	1,21803	2579,2	529391	821
822	675684	555412248	28,6705	9,3675	2,91487	1,21655	2582,4	530681	822
823	677329	557441767	28,6880	9,3713	2,91540	1,21507	2585,5	531973	823
824	678976	559476224	28,7054	9,3751	2,91593	1,21359	2588,7	533267	824
825	680625	561515625	28,7228	9,3789	2,91645	1,21212	2591,8	534562	825
826	682276	563559976	28,7402	9,3827	2,91698	1,21065	2595,0	535858	826
827	683929	565609283	28,7576	9,3865	2,91751	1,20919	2598,1	537157	827
828	685584	567663552	28,7750	9,3902	2,91803	1,20773	2601,2	538456	828
829	687241	569722789	28,7924	9,3940	2,91855	1,20627	2604,4	539758	829
830	688900	571787000	28,8097	9,3978	2,91908	1,20482	2607,5	541061	**830**
831	690561	573856191	28,8271	9,4016	2,91960	1,20337	2610,7	542365	831
832	692224	575930368	28,8444	9,4053	2,92012	1,20192	2613,8	543671	832
833	693889	578009537	28,8617	9,4091	2,92065	1,20048	2616,9	544979	833
834	695556	580093704	28,8791	9,4129	2,92117	1,19904	2620,1	546288	834
835	697225	582182875	28,8964	9,4166	2,92169	1,19760	2623,2	547599	835
836	698896	584277056	28,9137	9,4204	2,92221	1,19617	2626,4	548912	836
837	700569	586376253	28,9310	9,4241	2,92273	1,19474	2629,5	550226	837
838	702244	588480472	28,9482	9,4279	2,92324	1,19332	2632,7	551541	838
839	703921	590589719	28,9655	9,4316	2,92376	1,19190	2635,8	552858	839
840	705600	592704000	28,9828	9,4354	2,92428	1,19048	2638,9	554177	**840**
841	707281	594823321	29,0000	9,4391	2,92480	1,18906	2642,1	555497	841
842	708964	596947688	29,0172	9,4429	2,92531	1,18765	2645,2	556819	842
843	710649	599077107	29,0345	9,4466	2,92583	1,18624	2648,4	558142	843
844	712336	601211584	29,0517	9,4503	2,92634	1,18483	2651,5	559467	844
845	714025	603351125	29,0689	9,4541	2,92686	1,18343	2654,6	560794	845
846	715716	605495736	29,0861	9,4578	2,92737	1,18203	2657,8	562122	846
847	717409	607645423	29,1033	9,4615	2,92788	1,18064	2660,9	563452	847
848	719104	609800192	29,1204	9,4652	2,92840	1,17925	2664,1	564783	848
849	720801	611960049	29,1376	9,4690	2,92891	1,17786	2667,2	566116	849
850	722500	614125000	29,1548	9,4727	2,92942	1,17647	2670,4	567450	**850**

Tab. 43. Kreisumfänge u. -Inhalte, Quadrate, Kuben, Quadrat- u. Kubikwurzeln usw.

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1000}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
850	722500	614125000	29,1548	9,4727	2,92942	1,17647	2670,4	567450	**850**
851	724201	616295051	29,1719	9,4764	2,92993	1,17509	2673,5	568786	851
852	725904	618470208	29,1890	9,4801	2,93044	1,17371	2676,6	570124	852
853	727609	620650477	29,2062	9,4838	2,93095	1,17233	2679,8	571463	853
854	729316	622835864	29,2233	9,4875	2,93146	1,17096	2682,9	572803	854
855	731025	625026375	29,2404	9,4912	2,93197	1,16959	2686,1	574146	855
856	732736	627222016	29,2575	9,4949	2,93247	1,16822	2689,2	575490	856
857	734449	629422793	29,2746	9,4986	2,93298	1,16686	2692,3	576835	857
858	736164	631628712	29,2916	9,5023	2,93349	1,16550	2695,5	578182	858
859	737881	633839779	29,3087	9,5060	2,93399	1,16414	2698,6	579530	859
860	739600	636056000	29,3258	9,5097	2,93450	1,16279	2701,8	580880	**860**
861	741321	638277381	29,3428	9,5134	2,93500	1,16144	2704,9	582232	861
862	743044	640503928	29,3598	9,5171	2,93551	1,16009	2708,1	583585	862
863	744769	642735647	29,3769	9,5207	2,93601	1,15875	2711,2	584940	863
864	746496	644972544	29,3939	9,5244	2,93651	1,15741	2714,3	586297	864
865	748225	647214625	29,4109	9,5281	2,93702	1,15607	2717,5	587655	865
866	749956	649461896	29,4279	9,5317	2,93752	1,15473	2720,6	589014	866
867	751689	651714363	29,4449	9,5354	2,93802	1,15340	2723,8	590375	867
868	753424	653972032	29,4618	9,5391	2,93852	1,15207	2726,9	591738	868
869	755161	656234909	29,4788	9,5427	2,93902	1,15075	2730,0	593102	869
870	756900	658503000	29,4958	9,5464	2,93952	1,14943	2733,2	594468	**870**
871	758641	660776311	29,5127	9,5501	2,94002	1,14811	2736,3	595835	871
872	760384	663054848	29,5296	9,5537	2,94052	1,14679	2739,5	597204	872
873	762129	665338617	29,5466	9,5574	2,94101	1,14548	2742,6	598575	873
874	763876	667627624	29,5635	9,5610	2,94151	1,14416	2745,8	599947	874
875	765625	669921875	29,5804	9,5647	2,94201	1,14286	2748,9	601320	875
876	767376	672221376	29,5973	9,5683	2,94250	1,14155	2752,0	602696	876
877	769129	674526133	29,6142	9,5719	2,94300	1,14025	2755,2	604073	877
878	770884	676836152	29,6311	9,5756	2,94349	1,13895	2758,3	605451	878
879	772641	679151439	29,6479	9,5792	2,94399	1,13766	2761,5	606831	879
880	774400	681472000	29,6648	9,5828	2,94448	1,13636	2764,6	608212	**880**
881	776161	683797841	29,6816	9,5865	2,94498	1,13507	2767,7	609595	881
882	777924	686128968	29,6985	9,5901	2,94547	1,13379	2770,9	610980	882
883	779689	688465387	29,7153	9,5937	2,94596	1,13250	2774,0	612366	883
884	781456	690807104	29,7321	9,5973	2,94645	1,13122	2777,2	613754	884
885	783225	693154125	29,7489	9,6010	2,94694	1,12994	2780,3	615143	885
886	784996	695506456	29,7658	9,6046	2,94743	1,12867	2783,5	616534	886
887	786769	697864103	29,7825	9,6082	2,94792	1,12740	2786,6	617927	887
888	788544	700227072	29,7993	9,6118	2,94841	1,12613	2789,7	619321	888
889	790321	702595369	29,8161	9,6154	2,94890	1,12486	2792,9	620717	889
890	792100	704969000	29,8329	9,6190	2,94939	1,12360	2796,0	622114	**890**
891	793881	707347971	29,8496	9,6226	2,94988	1,12233	2799,2	623513	891
892	795664	709732288	29,8664	9,6262	2,95036	1,12108	2802,3	624913	892
893	797449	712121957	29,8831	9,6298	2,95085	1,11982	2805,4	626315	893
894	799236	714516984	29,8998	9,6334	2,95134	1,11857	2808,6	627718	894
895	801025	716917375	29,9166	9,6370	2,95182	1,11732	2811,7	629124	895
896	802816	719323136	29,9333	9,6406	2,95231	1,11607	2814,9	630530	896
897	804609	721734273	29,9500	9,6442	2,95279	1,11483	2818,0	631938	897
898	806404	724150792	29,9666	9,6477	2,95328	1,11359	2821,2	633348	898
899	808201	726572699	29,9833	9,6513	2,95376	1,11235	2824,3	634760	899
900	810000	729000000	30,0000	9,6549	2,95424	1,11111	2827,4	636173	**900**

Tab. 13. Kreisumfänge u. -Inhalte, Quadrate, Kuben, Quadrat- u. Kubikwurzeln usw.

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\log n$	$\frac{1000}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
900	810000	729000000	30,0000	9,6549	2,95424	1,11111	2827,4	636173	**900**
901	811801	731432701	30,0167	9,6585	2,95472	1,10988	2830,6	637587	901
902	813604	733870808	30,0333	9,6620	2,95521	1,10865	2833,7	639003	902
903	815409	736314327	30,0500	9,6656	2,95569	1,10742	2836,9	640421	903
904	817216	738763264	30,0666	9,6692	2,95617	1,10619	2840,0	641840	904
905	819025	741217625	30,0832	9,6727	2,95665	1,10497	2843,1	643261	905
906	820836	743677416	30,0998	9,6763	2,95713	1,10375	2846,3	644683	906
907	822649	746142643	30,1164	9,6799	2,95761	1,10254	2849,4	646107	907
908	824464	748613312	30,1330	9,6834	2,95809	1,10132	2852,6	647533	908
909	826281	751089429	30,1496	9,6870	2,95856	1,10011	2855,7	648960	909
910	828100	753571000	30,1662	9,6905	2,95904	1,09890	2858,8	650388	**910**
911	829921	756058031	30,1828	9,6941	2,95952	1,09796	2862,0	651818	911
912	831744	758550528	30,1993	9,6976	2,95999	1,09649	2865,1	653250	912
913	833569	761048497	30,2159	9,7012	2,96047	1,09529	2868,3	654684	913
914	835396	763551944	30,2324	9,7047	2,96095	1,09409	2871,4	656118	914
915	837225	766060875	30,2490	9,7082	2,96142	1,09290	2874,6	657555	915
916	839056	768575296	30,2655	9,7118	2,96190	1,09170	2877,7	658993	916
917	840889	771095213	30,2820	9,7153	2,96237	1,09051	2880,8	660433	917
918	842724	773620632	30,2985	9,7188	2,96284	1,08932	2884,0	661874	918
919	844561	776151559	30,3150	9,7224	2,96332	1,08814	2887,1	663317	919
920	846400	778688000	30,3315	9,7259	2,96379	1,08696	2890,3	664761	**920**
921	848241	781229961	30,3480	9,7294	2,96426	1,08578	2893,4	666207	921
922	850084	783777448	30,3645	9,7329	2,96473	1,08460	2896,5	667654	922
923	851929	786330467	30,3809	9,7364	2,96520	1,08342	2899,7	669103	923
924	853776	788889024	30,3974	9,7400	2,96567	1,08225	2902,8	670554	924
925	855625	791453125	30,4138	9,7435	2,96614	1,08108	2906,0	672006	925
926	857476	794022776	30,4302	9,7470	2,96661	1,07991	2909,1	673460	926
927	859329	796597983	30,4467	9,7505	2,96708	1,07875	2912,3	674915	927
928	861184	799178752	30,4631	9,7540	2,96755	1,07759	2915,4	676372	928
929	863041	801765089	30,4795	9,7575	2,96802	1,07643	2918,5	677831	929
930	864900	804357000	30,4959	9,7610	2,96848	1,07527	2921,7	679291	**930**
931	866761	806954491	30,5123	9,7645	2,96895	1,07411	2924,8	680752	931
932	868624	809557568	30,5287	9,7680	2,96942	1,07296	2928,0	682216	932
933	870489	812166237	30,5450	9,7715	2,96988	1,07181	2931,1	683680	933
934	872356	814780504	30,5614	9,7750	2,97035	1,07066	2934,2	685147	934
935	874225	817400375	30,5778	9,7785	2,97081	1,06952	2937,4	686615	935
936	876096	820025856	30,5941	9,7819	2,97128	1,06838	2940,5	688084	936
937	877969	822656953	30,6105	9,7854	2,97174	1,06724	2943,7	689555	937
938	879844	825293672	30,6268	9,7889	2,97220	1,06610	2946,8	691028	938
939	881721	827936019	30,6431	9,7924	2,97267	1,06496	2950,0	692502	939
940	883600	830584000	30,6594	9,7959	2,97313	1,06383	2953,1	693978	**940**
941	885481	833237621	30,6757	9,7993	2,97359	1,06270	2956,2	695455	941
942	887364	835896888	30,6920	9,8028	2,97405	1,06157	2959,4	696934	942
943	889249	838561807	30,7083	9,8063	2,97451	1,06045	2962,5	698415	943
944	891136	841232384	30,7246	9,8097	2,97497	1,05932	2965,7	699897	944
945	893025	843908625	30,7409	9,8132	2,97543	1,05820	2968,8	701380	945
946	894916	846590536	30,7571	9,8167	2,97589	1,05708	2971,9	702865	946
947	896809	849278123	30,7734	9,8201	2,97635	1,05597	2975,1	704352	947
948	898704	851971392	30,7896	9,8236	2,97681	1,05485	2978,2	705840	948
949	900601	854670349	30,8058	9,8270	2,97727	1,05374	2981,4	707330	949
950	902500	857375000	30,8221	9,8305	2,97772	1,05263	2984,5	708822	**950**

Tab. 43. Kreisumfänge u. -Inhalte, Quadrate, Kuben, Quadrat- u. Kubikwurzeln usw.

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	log n	$\frac{1000}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$	n
950	902500	857375000	30,8221	9,8305	2,97772	1,05263	2984,5	708822	**950**
951	904401	860085351	30,8383	9,8339	2,97818	1,05152	2987,7	710315	951
952	906304	862801408	30,8545	9,8374	2,97864	1,05042	2990,8	711809	952
953	908209	865523177	30,8707	9,8408	2,97909	1,04932	2993,9	713306	953
954	910116	868250664	30,8869	9,8443	2,97955	1,04822	2997,1	714803	954
955	912025	870983875	30,9031	9,8477	2,98000	1,04712	3000,2	716303	955
956	913936	873722816	30,9192	9,8511	2,98046	1,04603	3003,4	717804	956
957	915849	876467493	30,9354	9,8546	2,98091	1,04493	3006,5	719306	957
958	917764	879217912	30,9516	9,8580	2,98137	1,04384	3009,6	720810	958
959	919681	881974079	30,9677	9,8614	2,98182	1,04275	3012,8	722316	959
960	921600	884736000	30,9839	9,8648	2,98227	1,04167	3015,9	723823	**960**
961	923521	887503681	31,0000	9,8683	2,98272	1,04058	3019,1	725332	961
962	925444	890277128	31,0161	9,8717	2,98318	1,03950	3022,2	726842	962
963	927369	893056347	31,0322	9,8751	2,98363	1,03842	3025,4	728354	963
964	929296	895841344	31,0483	9,8785	2,98408	1,03734	3028,5	729867	964
965	931225	898632125	31,0644	9,8819	2,98453	1,03627	3031,6	731382	965
966	933156	901428696	31,0805	9,8854	2,98498	1,03520	3034,8	732899	966
967	935089	904231063	31,0966	9,8888	2,98543	1,03413	3037,9	734417	967
968	937024	907039232	31,1127	9,8922	2,98588	1,03306	3041,1	735937	968
969	938961	909853209	31,1288	9,8956	2,98632	1,03199	3044,2	737458	969
970	940900	912673000	31,1448	9,8990	2,98677	1,03093	3047,3	738981	**970**
971	942841	915498611	31,1609	9,9024	2,98722	1,02987	3050,5	740506	971
972	944784	918330048	31,1769	9,9058	2,98767	1,02881	3053,6	742032	972
973	946729	921167317	31,1929	9,9092	2,98811	1,02775	3056,8	743559	973
974	948676	924010424	31,2090	9,9126	2,98856	1,02669	3059,9	745088	974
975	950625	926859375	31,2250	9,9160	2,98900	1,02564	3063,1	746619	975
976	952576	929714176	31,2410	9,9194	2,98945	1,02459	3066,2	748151	976
977	954529	932574833	31,2570	9,9227	2,98989	1,02354	3069,3	749685	977
978	956484	935441352	31,2730	9,9261	2,99034	1,02249	3072,5	751221	978
979	958441	938313739	31,2890	9,9295	2,99078	1,02145	3075,6	752758	979
980	960400	941192000	31,3050	9,9329	2,99123	1,02041	3078,8	754296	**980**
981	962361	944076141	31,3209	9,9363	2,99167	1,01937	3081,9	755837	981
982	964324	946966168	31,3369	9,9396	2,99211	1,01833	3085,0	757378	982
983	966289	949862087	31,3528	9,9430	2,99255	1,01729	3088,2	758922	983
984	968256	952763904	31,3688	9,9464	2,99300	1,01626	3091,3	760466	984
985	970225	955671625	31,3847	9,9497	2,99344	1,01523	3094,5	762013	985
986	972196	958585256	31,4006	9,9531	2,99388	1,01420	3097,6	763561	986
987	974169	961504803	31,4166	9,9565	2,99432	1,01317	3100,8	765111	987
988	976144	964430272	31,4325	9,9598	2,99476	1,01215	3103,9	766662	988
989	978121	967361669	31,4484	9,9632	2,99520	1,01112	3107,0	768214	989
990	980100	970299000	31,4643	9,9666	2,99564	1,01010	3110,2	769769	**990**
991	982081	973242271	31,4802	9,9699	2,99607	1,00908	3113,3	771325	991
992	984064	976191488	31,4960	9,9733	2,99651	1,00806	3116,5	772882	992
993	986049	979146657	31,5119	9,9766	2,99695	1,00705	3119,6	774441	993
994	988036	982107784	31,5278	9,9800	2,99739	1,00604	3122,7	776002	994
995	990025	985074875	31,5436	9,9833	2,99782	1,00503	3125,9	777564	995
996	992016	988047936	31,5595	9,9866	2,99826	1,00402	3129,0	779128	996
997	994009	991026973	31,5753	9,9900	2,99870	1,00301	3132,2	780693	997
998	996004	994011992	31,5911	9,9933	2,99913	1,00200	3135,3	782260	998
999	998001	997002999	31,6070	9,9967	2,99957	1,00100	3138,5	783828	999

1000

Altenburg
Pierersche Hofbuchdruckerei
Stephan Geibel & Co.